EDWARD O. WILSON

LA CREACIÓN

SALVEMOS LA VIDA EN LA TIERRA



La creación

Del mismo autor

Ecología, evolución y biología de poblaciones, Barcelona, 1978
Sobre la naturaleza humana, México, 1980
Sociobiología, Barcelona, 1980
Comportamiento animal, Barcelona, 1982
Biofilia, México, 1989
La diversidad de la vida, Barcelona, 1994
Viaje a las hormigas, Barcelona, 1996
El naturalista, Barcelona, 1996
Consilience: la unidad del conocimiento, Barcelona, 1999
El futuro de la vida, Barcelona, 2002

Nature revealed: Selected writings, 1949-2006, Baltimore, 2006

Edward O. Wilson

La creación

Salvemos la vida en la Tierra

Traducido por Elena Marengo



Wilson, Edward O.
La creación : salvemos la vida en la Tierra - Katz, 2007.
256 p. ; 17x11 cm.
Traducido por: Elena Marengo
ISBN 978-84-96859-09-8
1. Biología. I. Elena Marengo, trad. II. Título
CDD 814

Primera edición, diciembre de 2006
Primera reimpresión, mayo de 2007

Sinclair 2949, 5º B
1425 Buenos Aires
Fernán González, 59 Bajo A
28009 Madrid
www.katzeditores.com

Título de la edición original:
The creation. An appeal to save life on Earth

ISBN: 978-84-96859-09-8

Diseño de colección: tholön kunst
Impreso en España por Romanyà Valls S.A.
08786 Capellades
Hecho el depósito que marca la ley 11.723

Índice

I
La creación

Pedido de ayuda e invitación a recorrer el hostigado mundo de la naturaleza de la mano de un biólogo

1
Carta a un Pastor: saludo inicial

Estimado Pastor:

Aunque no nos hemos encontrado personalmente, tengo la impresión de conocerlo bastante y me siento autorizado para dirigirme a usted como amigo. En primer lugar, tuvimos la misma formación religiosa, pues me crié en Alabama, en el seno de una familia baptista, congregación cristiana fundamentalista de los Estados Unidos. Respondí al llamado evangélico y fui sumergido literalmente en las aguas. Si bien no comparto ya las creencias cristianas sobre la intervención divina, estoy seguro de que, si nos encontráramos y habláramos sobre nuestras más íntimas concepciones, lo haríamos en un clima de respeto y buena voluntad porque nos unen muchos preceptos de conducta moral. En la medida en que estas cosas puedan todavía influir sobre la cortesía y la gentileza, quizá también tenga importancia el hecho de que los dos nos dediquemos a tareas intelectuales con un espíritu humanitario.

Le escribo para pedirle ayuda y consejo. Desde luego, no hay manera de eludir las diferencias que separan nuestras respectivas cosmovisiones. Usted acepta el carácter trascendental de las Sagradas Escrituras judeocristianas y cree en la inmortalidad del alma. Para usted este planeta es una suerte de estación hacia una segunda vida eterna pues la salvación está garantizada para los redimidos en Cristo.

Yo, en cambio, soy un humanista laico. Creo que la existencia es lo que hacemos de ella en cuanto individuos; que no hay garantía alguna de vida después de la muerte y que el cielo y el infierno los construimos nosotros, en este planeta. No hay para nosotros otra morada. Pienso que la humanidad surgió en la Tierra por la evolución de formas inferiores de vida a lo largo de millones de años; para decirlo sin pelos en la lengua: que nuestros antepasados fueron animales similares a los grandes simios. En mi opinión, además, la especie humana está adaptada física y mentalmente a la vida en la Tierra y no en cualquier otro lugar. No obstante, compartimos un código de conducta ético fundamentado en la razón, la ley, el honor y un sentido innato de la dignidad que algunos atribuyen a la voluntad de Dios.

Usted hablará de la gloria de una divinidad invisible; yo, del esplendor del universo que por fin se nos manifiesta. Usted dirá que Dios se encarnó para sal-

var a la humanidad; yo diré que Prometeo robó el fuego sagrado para liberar a los hombres. Puede ser que usted haya alcanzado ya la verdad última; yo la busco aún. Es posible que yo esté equivocado o que usted esté en el error. También es posible que los dos veamos sólo parte de la verdad.

¿Acaso estas discrepancias en nuestra cosmovisión nos separan en todo? No lo creo. Tanto usted como yo, como todos los seres humanos, bregamos por alcanzar las mismas metas de seguridad, libertad de elección y dignidad; en suma, por una causa que a nuestro parecer nos excede.

Si está de acuerdo, podemos intentar encontrarnos de este lado de la metafísica para encarar el mundo real que compartimos. Lo digo de esta manera porque está en sus manos resolver un enorme problema que me preocupa por demás y que espero que a usted también lo preocupe: le propongo que dejemos de lado nuestras diferencias para salvar la Creación. La defensa de la naturaleza es un valor universal que no proviene de ningún dogma religioso ni ideológico, y que no implica tampoco respaldarlo. Por el contrario, está al servicio de toda la humanidad sin discriminación alguna.

Reverendo: necesitamos su colaboración. La Creación –la naturaleza viviente– está en riesgo. Los hombres de ciencia estiman que si la transformación del

hábitat natural y otras actividades humanas destructivas continúan con el ritmo actual, la mitad de las especies animales y vegetales de la Tierra se habrán extinguido o estarán en peligro de extinción al terminar este siglo. Tan sólo las alteraciones del clima harán que el 25% de las especies existentes alcancen esa peligrosa situación en los próximos cincuenta años. Según las estimaciones más conservadoras, la tasa de extinción actual es cien veces mayor que la existente antes de que los seres humanos aparecieran sobre la Tierra, y se prevé que se multiplicará por mil por lo menos en los próximos decenios. Si no conseguimos disminuirla, el costo para la humanidad en riquezas, seguridad ambiental y calidad de vida será catastrófico.

Estoy seguro de que ambos opinamos que, por humilde e insignificante que sea, cada especie es una obra maestra de la biología que vale la pena conservar. Cada una de ellas posee una combinación única de rasgos genéticos adaptados con bastante eficacia a un ámbito determinado. Aunque sólo sea por prudencia, debemos actuar rápidamente para evitar la extinción de especies naturales y el consiguiente empobrecimiento de los ecosistemas terrestres, es decir, de la Creación.

Llegado a este punto de la lectura, bien se puede preguntar usted: ¿por qué soy yo tan importante en esta

cruzada? Simplemente porque la ciencia y la religión son las fuerzas más poderosas en el mundo de hoy. Uniéndolas en pro de la conservación biológica, pronto podríamos resolver el problema que se nos plantea. Si hay un precepto moral que gentes de todas las creencias comparten, es que nos debemos a nosotros mismos y a las generaciones futuras un medio ambiente bello, rico y sano.

Me sorprende que tantos líderes religiosos –que representan a la gran mayoría de la humanidad en la esfera espiritual– no hayan incluido decididamente la protección de la Creación como parte sustancial de su magisterio. ¿Creen acaso que la ética sólo incumbe al ser humano y que la preparación para la vida ultraterrena es lo único que importa? Aun más desconcertante es la convicción, tan común entre los cristianos, de que se avecina el Segundo Advenimiento y que la situación del planeta, por ende, no tiene demasiada importancia. En todo el mundo hay millones de personas (entre ellos, 60% de estadounidenses según una encuesta reciente) que creen al pie de la letra en las profecías del Libro del Apocalipsis. Muchos de ellos creen que en el lapso de su breve vida llegará el Fin de los Tiempos; Jesús volverá a la Tierra y los redimidos por la fe cristiana ascenderán en cuerpo y alma al cielo, mientras que los otros soportarán tiempos muy difíciles y sufrirán la condenación eterna si mueren sin

redención. Como los malditos de las generaciones anteriores, esos condenados morarán en el infierno durante sextillones de años, tiempo suficiente para que el universo se expanda y alcance su muerte entrópica, y también suficiente para que innumerables universos similares nazcan, se expandan y mueran también. Aun así, esa cifra aterradora de tiempo sólo será el comienzo de los tormentos para las almas condenadas al infierno: todo ello por un error de elección religiosa cometido en el lapso infinitesimal que constituyó su vida sobre la Tierra.

Para los que creen en esta forma extremista de cristianismo, el destino de diez millones de formas vivientes distintas carece de importancia. Abrigo la esperanza de que concuerde conmigo en que esta doctrina y otras similares no son un mensaje de esperanza y compasión sino de desesperación y crueldad. No nacieron del seno del cristianismo.

Cualquiera sea su respuesta a mi ruego, permítame proponer una ética alternativa que, según espero, juzgará aceptable al menos en parte. Nuestro cometido más importante en el siglo XXI consiste en conseguir que todos los seres humanos alcancen un nivel de vida digno protegiendo al resto de las formas vivientes en la medida de lo posible. Hoy en día, la ciencia aporta algunos argumentos a la ética: cuanto más sabemos de la biosfera, tanto más compleja y hermosa nos parece.

En este sentido, el conocimiento es como una fuente mágica que jamás se agota. La Tierra, en especial la frágil película de vida que la cubre, es nuestro hogar, nuestra fuente, origen último de nuestro sustento físico y espiritual.

Sé perfectamente que en la mente de muchos la ciencia y el ambientalismo están vinculados con la evolución, con Darwin y el laicismo. Permítame postergar por ahora las aclaraciones sobre temas tan enmarañados (a los que volveré más tarde) y hacer hincapié en una sola cosa: la protección de la belleza terrestre y de su prodigiosa diversidad de formas vivas debería ser la meta de todos, cualesquiera sean nuestras diferencias en cuestiones metafísicas.

Para exponer mi punto de vista al mejor estilo evangélico, voy a contarle la historia de un joven recién formado como pastor, tan inflexible en su fe cristiana que pretendía resolver toda cuestión moral con la lectura de la Biblia. Cuando visitó esa especie de catedral que es la selva aluvial brasileña, vio en ella la mano de Dios y anotó en su diario lo siguiente: "No es posible dar una idea cabal de los sublimes sentimientos de asombro, admiración y devoción que inundan y elevan el espíritu ante este prodigio".

Eso escribió Charles Darwin en 1832, cuando apenas comenzaba el viaje del *Beagle*, mucho antes de pensar siquiera en la evolución.

Permítame ahora citar lo que escribió el mismo Darwin en 1859, en la conclusión de *El origen de las especies*, después de dejar de lado el dogma cristiano y formular, con su nueva libertad intelectual, la teoría de la evolución por selección natural:

> Hay grandeza en esta concepción de que la vida, en toda su enorme diversidad, fue infundida en un comienzo a unas pocas formas o a una sola, y en la idea de que, mientras este planeta giraba sin cesar conforme a la ley inmutable de la gravedad, de un comienzo tan simple, innumerables formas tan bellas y prodigiosas hayan evolucionado y lo sigan haciendo.

La veneración de Darwin por la vida no cambió cuando cruzó las aguas que dividieron su camino espiritual. Lo mismo podría suceder ahora con las aguas que separan el humanismo científico de las corrientes religiosas preponderantes.

Usted está en condiciones de presentar los argumentos teológicos y morales para salvar la Creación. Por mi parte, el movimiento en pro de la conservación del planeta que crece en las comunidades religiosas me da nuevas esperanzas. Es una corriente que abarca diversas congregaciones, desde las evangélicas hasta la unitaria. Aunque hoy sólo sea un diminuto arroyo, mañana será un ancho río.

Conozco ya buena parte de la argumentación religiosa en favor de la Creación y me gustaría conocer mucho más. A continuación, me dedicaré a exponer los argumentos científicos ante usted y ante todos los que estén dispuestos a escucharlos. Desde ya, descuento que no estará de acuerdo con todo lo que diga sobre el origen de la vida –la ciencia y la religión no suelen concordar en estos temas– pero quiero creer que en esta cuestión de vida o muerte nos anima un propósito común.

2
Elevación hacia la naturaleza

Reverendo pastor, abrigo una esperanza al menos: que estemos de acuerdo en que en algún momento de la historia la humanidad perdió el rumbo. Es posible que me conteste que sin duda es así, que fuimos expulsados del Paraíso, que nuestros progenitores cometieron un error imperdonable y vivimos desde entonces en el pecado original. Deambulamos entre el cielo y el infierno, por encima de los animales y por debajo de los ángeles, mientras aguardamos el ascenso a un mundo mejor por obra de nuestra fe en el Redentor.

¿Estaría usted dispuesto a pensar que una parte del Edén estaba formada por la vida tal como era antes de que la humanidad existiera? El Génesis así lo dice, sea que lo leamos en sentido literal o metafórico. La ciencia también ha llegado a la conclusión de que existió un mundo primigenio que fue la cuna de la humanidad. No obstante, si algo nos ha enseñado la biología –en franca contradicción con una lectura literal del

Génesis–, es que nuestra especie no cobró vida súbitamente por obra del hálito divino. Evolucionamos en el seno de un rico mundo biológico en el curso de decenas de miles de generaciones. Tampoco es cierto que nos hayan expulsado de ese paraíso: por el contrario, lo hemos destruido en su mayor parte para mejorar nuestra vida y engendrar. Miles de millones de personas que ponen en peligro la Creación. Veo el dilema que acosa a la humanidad en estos términos:

> Todos los indicios arqueológicos sugieren que nos apartamos de la naturaleza en los comienzos mismos de la civilización, hace unos diez mil años. Ese salto cuántico nos confundió y nos hizo concebir la ilusión de que nos habíamos liberado del mundo que fue nuestra cuna, nos hizo creer que el espíritu humano puede moldearse a voluntad creando algo nuevo que se acomode a los cambios del medio y de la cultura, y así los cronogramas de la historia perdieron sincronía. A esta altura, una inteligencia superior a la nuestra podría comentar: he aquí una quimera, aparece a los tumbos en el universo una especie nueva y sumamente extraña, cuyos individuos son una mezcla de emociones de la edad de piedra, tienen de sí mismos una imagen medieval y se creen dueños de una tecnología casi divina. El resultado de semejante combinación es que la espe-

cie como tal no responde a las fuerzas que decidirán su supervivencia a largo plazo.

No encuentro mejor manera de explicarme por qué tanta gente despierta se queda de brazos cruzados mientras las preciosas reliquias del mundo natural van desapareciendo. Evidentemente, no tienen conciencia de que los servicios ecológicos que nos prestan gratuitamente los ambientes silvestres –el Edén– equivalen, si los medimos en dólares, al producto bruto mundial. Prefieren ignorar el principio histórico de que las civilizaciones se desmoronan cuando el medio ambiente que las rodea se degrada. Peor aun, nuestros líderes, incluso los pastores de las grandes religiones, hacen muy poco para proteger el mundo viviente en medio de este brusco derrumbe. Hacen oídos sordos al mandato del Dios de Abraham, quien en el cuarto día de la creación ordenó: "produzcan las aguas reptil de ánima viviente, y aves que vuelen sobre la tierra en la abierta expansión de los cielos".*

Vacilo aquí al abordar un tema de gran belleza con comentarios adversos, pero no serán muchos los que nieguen que el efecto de las obras humanas sobre el

* Génesis, I, 20. Versión de Casiodoro de Reina, revisada por Cipriano de Valera. [N. de la T.]

medio ambiente natural es cada vez más veloz y constituye un cuadro aterrador.

¿Qué debemos hacer? Por lo menos, debemos elaborar entre todos una historia honesta, que puedan respaldar en principio los fieles de muchas religiones distintas. Si conseguimos tejer esa historia, habremos alcanzado al menos algo así como el prólogo de un futuro menos riesgoso.

Podemos comenzar con un descubrimiento decisivo de la historia ecológica: *el precio de la civilización fue la traición a la naturaleza*. La revolución neolítica, caracterizada por la aparición de la agricultura y de las primeras aldeas, se nutrió de la prodigalidad de la naturaleza. Fue un gran progreso que implicó una verdadera bendición para la humanidad. Repito: sí, fue una bendición, y los que han vivido en el seno de pueblos cazadores y recolectores pueden decirles que no hay nada que envidiarles. Pero esa revolución del neolítico abonó la ilusión de que una pequeñísima proporción de plantas y animales domesticados puede sustentar indefinidamente la expansión humana. Hasta no hace muchos siglos, el empobrecimiento de la fauna y la flora parecía un precio aceptable, pues la naturaleza se nos antojaba inagotable y, de hecho, la veíamos como un enemigo de los exploradores y los pioneros. Había que avanzar sobre las tierras silvestres y desplazar a los aborígenes que las habitaban en nombre

del progreso y también en nombre de los dioses, no nos olvidemos.

La historia cuenta otro cantar, pero sólo para quienes quieren escucharlo. Aun cuando no adjudiquemos ningún valor al resto de las formas vivas, excepto como medios para satisfacer las necesidades del cuerpo humano, borrar la naturaleza es una estrategia muy peligrosa. En primer lugar, nos hemos transformado en una especie que se alimenta específicamente de las semillas de cuatro plantas: trigo, arroz, maíz y mijo. Si las pestes o los cambios del clima causan calamidades en estos cultivos, nosotros también sufriremos la catástrofe. Sin embargo, hay unas cincuenta mil especies vegetales silvestres (muchas de ellas en vías de extinción) que son fuentes alternativas de alimento. Si nos proponemos adoptar una actitud verdaderamente práctica, deberíamos pensar que proteger la existencia de esas especies silvestres sería algo así como una inversión a largo plazo. Hasta los más obstinados deberían contemplar las políticas conservacionistas como mera prudencia en la administración de la economía natural de la Tierra. Así y todo, son muy pocos los que piensan de este modo.

Entretanto, la revolución técnico-científica moderna, en especial ese gran progreso que fue la tecnología computarizada de la información, implicó una segunda traición a la naturaleza pues alimentó la creencia de que las madrigueras en las cuales se desenvuelve nues-

tra vida material urbana y suburbana son todo lo que necesitamos para colmarnos como seres humanos. Es un error muy grave: la naturaleza humana es algo mucho más profundo y más vasto que los artilugios y los artefactos producidos por cualquier cultura. Las raíces espirituales del *Homo sapiens* calan muy hondo en el mundo natural a través de canales del desarrollo mental desconocidos en su mayor parte. No alcanzaremos nuestra plenitud si no comprendemos el origen y, por consiguiente, el sentido de las cualidades estéticas y religiosas que constituyen lo inefable de nuestra condición humana.

Sin duda, hay muchos que parecen conformes viviendo en estos ecosistemas sintéticos. Análogamente, los animales domésticos se conforman con vivir en esos hábitats grotescos, por lo anormales, a los que los condenamos. A mi manera de ver, se trata de una perversión. No forma parte de la naturaleza humana ser un rebaño en corrales de engorde, por mucho que los ensalcemos. Todos merecemos contar con la opción de entrar al complejo mundo primigenio que nos acunó, así como la opción de salir de él cuando lo deseemos. Necesitamos libertad para errar por tierras que no pertenezcan a nadie y estén protegidas por todos, tierras cuyo inmutable horizonte sea el mismo que veían nuestros antepasados de hace milenios. Sólo es posible experimentar el maravillado asombro que dio origen a la

psiquis en esas zonas que aún quedan del Edén, donde pululan formas de vida independientes de nosotros.

Humanizado y bien transmitido, el conocimiento científico es el elemento crucial para alcanzar un equilibrio vital duradero. Cuanto más aprenden los biólogos de la prodigiosa riqueza de la biosfera, más magnífica se les aparece esa imagen. Análogamente, cuanto más saben los psicólogos del desarrollo de la mente humana, mejor comprenden la influencia del mundo natural sobre nuestro espíritu y nuestra alma.

Tenemos por delante un largo camino que habrá que recorrer para hacer las paces con el planeta y entre nosotros. Equivocamos el rumbo cuando nos lanzamos a la revolución neolítica. Desde entonces, siempre seguimos una dirección ascendente *desde* la naturaleza, en lugar de elevarnos *hacia* ella. No es demasiado tarde para cambiar el rumbo sin perder la calidad de vida que ya hemos conseguido, a fin de gozar de los beneficios plenos de nuestro legado natural. No tengo dudas de que el sentimiento religioso tiene la grandeza, la generosidad y la imaginación necesarias para abarcar esta verdad tan vasta que no aparece convenientemente expresada en las Sagradas Escrituras.

Buena parte del problema reside en el hecho de que la mayoría de la gente se preocupa por el medio ambiente natural pero no sabe por qué lo hace ni por qué debería sentirse responsable de él. En líneas gene-

rales, muchos son incapaces de formular en palabras qué significa para ellos administrar la naturaleza. Se trata de una confusión muy riesgosa para la sociedad contemporánea y para las generaciones futuras, que está vinculada con otro hecho lamentable: la deficiencia de la formación científica en todas las regiones del mundo. Las dos situaciones provienen en parte del crecimiento explosivo de la biología moderna y de su enorme complejidad. Incluso los científicos de primera línea tienen dificultad para mantenerse al día en una pequeña franja de esta ciencia, con toda evidencia la más importante del siglo XXI.

Creo que la solución a las tres dificultades –la ignorancia con respecto al medio ambiente, la deficiente formación científica y el abrumador crecimiento de la biología– consistirá en reformularlas como un problema único. Me parece que ninguno de nosotros puede negar que toda persona instruida debe conocer algo por lo menos del núcleo fundamental de la biología. Maestros y alumnos se enriquecerán cuando reconozcan que la naturaleza es un sendero hacia el corazón de la ciencia misma, y que nuestra vida y nuestro espíritu dependen de su supervivencia.

Con el objeto de aprehender este principio y formularlo en términos comunes a todos, puesto que todos somos parte de él, digamos que el destino de la Creación es el destino de la humanidad.

3
¿Qué es la naturaleza?

¿Coincide conmigo, Reverendo, en que la complejidad de la naturaleza excede en gran medida la imaginación humana? Si Dios nos parece inescrutable, también es inescrutable la mayor parte de la biosfera, al punto que los biólogos no cesan de repetir que comprendemos muy poco del mundo viviente que nos rodea. Las variedades domésticas de animales y de plantas no son sino variantes triviales dentro de la inmensa diversidad de la vida, y nuestras simulaciones de vida más refinadas no se aproximan siquiera a la realidad: aún no somos capaces de crear un organismo artificial, aunque sea inferior. La naturaleza encierra mundos desconocidos y nos reserva innumerables descubrimientos, entre ellos, la solución del misterio por excelencia: el sentido de la vida humana.

Ahora bien, ¿qué es la naturaleza? La respuesta más sencilla es también la mejor: la naturaleza es la parte del medio ambiente original y de sus formas de vida que perdura después de sufrir el impacto de la acción

humana. Abarca todo lo que en el planeta Tierra no tiene necesidad de nosotros y es autónomo.

Algunos sostienen que semejante definición es casi inútil, aun cuando se le dé una forma más elaborada, pues el ambiente natural está ya tan perturbado que la acción humana es omnipresente y toda identidad original se ha perdido. Hay gran parte de verdad en esa afirmación. No quedan ya sino unos pocos kilómetros cuadrados de la superficie terrestre que los hombres –los aborígenes y los exploradores al menos– no hayan hollado en un momento u otro. En 1955, cuando ascendí a las cumbres de las montañas centrales de Sarawaget, al nordeste de Nueva Guinea, era el primer hombre no perteneciente a la etnia papú que alcanzaba ese cordón montañoso. (Debo reconocer que muy pocos lo habían intentado, si es que alguno lo había hecho, y que mi juventud de entonces me hacía sentir invulnerable.) Después de cuatro jornadas de ascenso por laderas vírgenes y bosques brumosos, durante las cuales descubrí especies desconocidas de hormigas y de ranas, deposité con orgullo una botella con el relato de mi hazaña bajo un cúmulo de piedras que hacía de mojón en la cumbre. Sin embargo, llegué a ese lugar guiado por cazadores nativos de la región que recorrían con frecuencia la zona buscando ualabíes de las alturas, pequeños canguros gruesos que abundan en los matorrales que crecen donde ya no hay árboles. En

muchas ocasiones me pregunté cuántas veces habían estado allí mis compañeros de entonces y sus antepasados de hace miles de años, y qué frondosas rutas habían recorrido para llegar a aquel sitio. Sin duda, antes que yo habían estado allí muchos otros, con una historia riquísima y compleja.

También es cierto que miles de contaminantes industriales se desplazan permanentemente hacia las nieves polares en retroceso e invaden los mares más remotos. Cada año, se quema un 5% de la superficie terrestre, en su mayor parte para crear nuevos campos cultivables o fertilizar los antiguos. Todos estos métodos sobrecargan la atmósfera con gases de invernadero en cantidad suficiente para desequilibrar el clima del planeta entero.

La humanización de la Tierra adopta muchas otras formas. El hombre ha dado caza a la mayor parte de la megafauna de hábitos terrestres, que comprende animales de diez kilogramos de peso o más, llevándola al borde de la extinción, de suerte que la vida silvestre de las praderas y los bosques de hoy en día no se parece casi nada al majestuoso desfile de mamíferos gigantes y de aves que los expertos cazadores paleolíticos acosaron hasta la extinción. Una gran parte de las especies que perduraron hasta nuestros días está también en peligro. Hace doce mil años la vida silvestre de las praderas de América del Norte era más rica que la de África.

En líneas generales, se puede decir que la humanidad ha alterado el planeta tanto como pudo. No obstante, aún queda una buena parte de la naturaleza que subsiste en su estado más puro en las grandes reservas naturales. Sin entrar en detalles, se define como región silvestre plena, con tamaño para soportar megafauna, a un conjunto de hábitats contiguos relativamente grandes y poco perturbados. Según las especificaciones de *Conservation International** en un estudio reciente, son extensiones de unos diez mil kilómetros cuadrados (un millón de hectáreas) o más, de los cuales por lo menos el 70% está cubierto aún por vegetación natural. Entre las reservas de esta magnitud, podemos citar las selvas tropicales de la cuenca amazónica, la cuenca del Congo y la mayor parte de la isla de Nueva Guinea. También se clasifica como tal a la taiga, ese cinturón de bosques constituidos fundamentalmente por coníferas que se extiende a todo lo ancho de América del Norte, a través de Siberia y Finoscandia. Los grandes desiertos son regiones silvestres de otra índole, así como las regiones polares, los grandes mares y el lecho de los océanos. (Por el contrario, son muy pocos los deltas y las aguas costeras que no han sufrido cambios.)

* Organización sin fines de lucro con sede en Washington, consagrada a la protección de los ecosistemas naturales y las especies que viven en ellos. [N. de la T.]

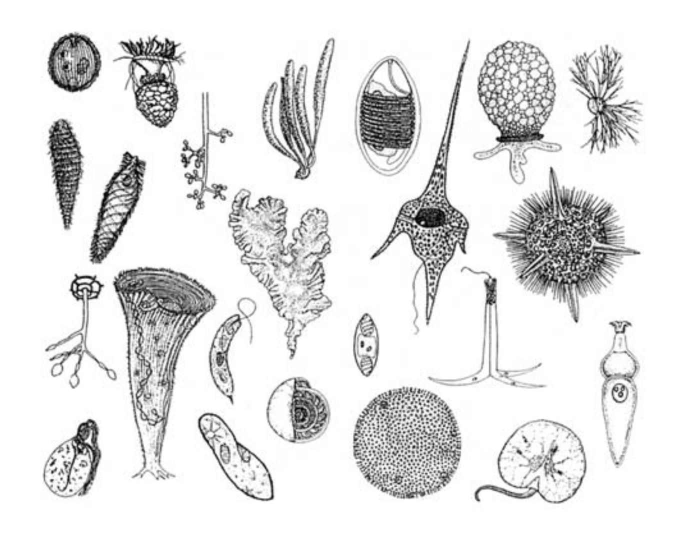
Hay muchas zonas silvestres más reducidas, que la ley de los Estados Unidos (United States Wilderness Act) de 1964 define como partes de la Tierra "que no han sido holladas prácticamente por el hombre, y donde éste es nada más que un visitante transitorio". Esa histórica ley reservó en total 3,68 millones de hectáreas "para que el pueblo norteamericano las utilice y las disfrute de modo que no impida su uso y disfrute en el futuro". Al imponer la protección de áreas pequeñas que no superan las 2.025 hectáreas (5.000 acres), la ley ha conseguido salvar regiones inapreciables como la Reserva de Grandes Osos de Montana (*Montana's Great Bear Wilderness*) y la Reserva Acuática de Allagash, en Maine (*Allagash Wilderness Waterway*).

No hollado por el hombre. ¡No hay mejor manera de expresar el espíritu silvestre! Sin embargo, en la práctica, el concepto depende de la escala con que se observan los fenómenos: evidentemente, un bosquecillo suburbano ya no es un hábitat silvestre para los mamíferos, las aves y las plantas, pero puede ser una "micro-reserva" de pequeños organismos. Hay muchos tipos distintos de insectos, garrapatas y otros artrópodos de menos de diez milímetros que prosperan libremente allí, indemnes a la acción de las manos, los pies y las herramientas humanas. Afortunadamente, estas micro-reservas silvestres no son despreciables sino todo lo contrario: cada metro cúbico de suelo contiene un

humus donde pululan cientos de miles de criaturas que representan cientos de especies. Mayor aun es el número y la variedad de los microbios, pues en un gramo de tierra, algo mucho más pequeño que un puñado, viven unos diez mil millones de bacterias pertenecientes a seis mil especies distintas.

La vida entera de los organismos microscópicos o apenas visibles se desenvuelve en ámbitos que el ser humano –uno de los animales más grandes de la Tierra– suele pasar por alto. Para un oribátido, que sólo parece un punto móvil a simple vista, una ramita en putrefacción es tan grande como todo Manhattan. Para una bacteria, esa misma ramita es tan enorme como todo el estado de Nueva York. Así, el bosquecillo puede estar sumamente afectado en la escala perceptible para el ser humano que lo recorre en unos minutos; puede que esté cubierto de basura y que su vegetación sea secundaria, pero al pie de cada árbol hay un mundo antiguo y relativamente intacto de habitantes minúsculos. La tierra y el lecho de desperdicios que hay entre los árboles es para ellos un continente, y el charco vecino, un mar.

La idea de que hay micro-reservas silvestres me llevó no hace mucho a interesarme en la zona de parques nacionales de las islas del puerto de Boston. Es una zona utilizada por el hombre intensamente desde mediados del siglo XVII, que también sirvió de gigantesca cloaca durante la mayor parte de ese tiempo.

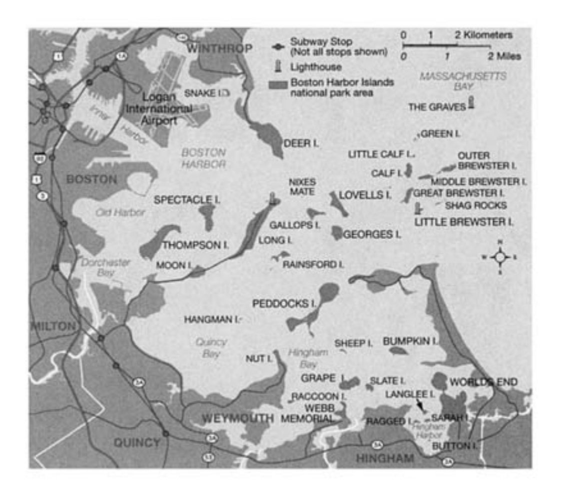


Habitantes microscópicos de microambientes silvestres. En la figura vemos algas, protozoarios y hongos. (Tomado de John O. Corliss, "Biodiversity and biocomplexity of the protists and an overview of their significant roles in maintenance of our biosphere", *Acta Protozoologica* 41, 2002, pp. 199-219.)

En 1985 se determinó que esas aguas estaban entre las más contaminadas de todos los puertos estadounidenses. Las treinta y cuatro islitas mugrientas que se hallaban en ellas parecían de muy poco valor para la ciudad más grande de Nueva Inglaterra, aunque las más cercanas están a menos de una hora en bote de remos. Sin embargo, la situación cambió en la década de 1990, cuando se purificaron las aguas servidas del Gran Boston

mediante un nuevo sistema de filtrado. Se hizo evidente entonces que las islas portuarias podían convertirse en zona recreativa, motivo por el cual adquirieron nueva importancia para la ciencia y la educación.

Hoy en día, el archipiélago denominado ahora Parque Nacional de las Islas del Puerto de Boston (*Boston Harbor Islands*) es una verdadera meca para los habitantes de la ciudad y para sus visitantes. Las aguas del puerto demuestran la capacidad de recuperación de la naturaleza. Los mariscos han vuelto a poblar el fondo de las aguas y los grandes peces han retornado: las lubi-



Parque Nacional de las Islas del Puerto de Boston. (Cortesía del *Boston Harbor Islands National Park*.)

nas estriadas y las anchoas llegan hasta los propios muelles. También han retornado en números pequeños las focas y marsopas y en las aguas externas se observó incluso una ballena jorobada, atraída tal vez por la abundancia de alimento.

Como buena parte de mi labor a lo largo de la vida estuvo dedicada a la biología de las islas, empeño que a menudo me llevó a regiones remotas del planeta, la perspectiva de tener un laboratorio y un aula natural en el umbral de mi casa, por así decirlo, me fascinó, mucho más aun porque esa zona incumbe también a otros siete millones de habitantes urbanos o suburbanos. Lo mejor para mí era la oportunidad de arrancar a los niños de la ciudad de su sitial frente a los aparatos de televisión y las computadoras haciéndolos participar de una aventura educativa en el mundo real. Se presentaba la oportunidad de acercar la ciencia concretamente a los niños y, no menos importante, la ocasión de compensar la intimidante actividad tecnológica de Harvard y el MIT, omnipresentes en la ciudad. Tengo un lema: la primera aproximación a la ciencia de calidad no se hace con guardapolvos y garabatos en un pizarrón.

Debo reconocer un motivo personal que añadía para mí interés al proyecto: William C. Wilson, bisabuelo mío que había burlado el bloqueo a la Confederación y era conocido por sus amigos como Black Bill, había

estado prisionero en el fuerte Warren de la isla Georges después de que lo capturaran en 1863 durante una incursión en la boca de Mobile Bay. Una plácida mañana del otoño de 2004 visité el pabellón donde estuvo su celda y me enteré por un menú de 1865 que había vivido muy bien durante un breve período posterior a la guerra en compañía de otro prisionero, Alexander Stevens, vicepresidente de la Confederación. Llegó al fuerte en muy mal estado de salud porque había padecido ya las brutales condiciones que reinaban en otras dos prisiones federales. Su problema consistía en que, según las leyes de la Unión, él era un delincuente común: no era un oficial de la marina enemiga sino un piloto civil que se había servido de su destreza para llevar provisiones procedentes de Cuba al puerto de Mobile. El fuerte Warren era una cárcel de máxima seguridad utilizada para albergar a oficiales de la marina y personas que habían burlado el bloqueo, individuos que el secretario de Guerra Stanton consideraba una gran amenaza para la Unión. Black Bill se ganó un año más en prisión por insubordinación (escupió a un guardia, según la tradición familiar) y murió en 1872 como consecuencia de una enfermedad indeterminada que había contraído cuando estaba preso.

Al llegar al fuerte, me pareció sumamente extraño que el camino de Black Bill y el mío se cruzaran en ese lugar improbable, investidos los dos de funciones

tan distintas: él, un delincuente por los azares de la guerra, y yo, entomólogo a quien él había legado un octavo de su código genético y que estaba allí para estudiar insectos.

Las islas del puerto de Boston atraen a los naturalistas porque sustentan una flora y una fauna muy cosmopolitas. Expuestas como lo han estado por más de tres siglos a un intenso tráfico de ultramar, están colonizadas por gran número de especies vegetales, de insectos y otros animales invertebrados que no son originarios del lugar, en su mayoría europeos. Por ejemplo, 229 de las 521 especies vegetales registradas, es decir el 44%, son exóticas. Esos pequeños polizones que venían en los buques cargueros, provenientes a veces de poblaciones que se instalaron en la tierra firme vecina, están hoy mezclados con las especies nativas formando agregados complejos. También hay animales de mayor tamaño, animales silvestres en la acepción vulgar de la expresión. Se trata fundamentalmente de aves marinas y aves migratorias terrestres, cuya diversidad es tan grande que atraen a muchos observadores de pájaros de toda Nueva Inglaterra y más allá.

El modesto archipiélago adquiere otra magnitud cuando se tienen en cuenta los microbios, los hongos y los pequeños invertebrados que nos muestran las islas como un mundo de microambientes silvestres inexplorados.

Cuando se utilizan microscopios portátiles –comunes hoy en día y relativamente baratos– se pueden descubrir organismos microscópicos y casi microscópicos. Por fin, a partir de ahora, los estudios sobre biodiversidad abarcarán todo lo que corresponde. Cuando se consigue que la indagación científica sea amena y se la combina con la educación, se inicia una forma nueva de institución cívica.

Convencidos de que la verdad es relativa y depende de la cosmovisión de cada uno, algunos filósofos posmodernos sostienen que no existe una entidad objetiva que podamos llamar naturaleza. Según ellos, se trata de una falsa dicotomía que surgió en ciertas culturas aunque no en otras. Estoy dispuesto a aceptar ese punto de vista por unos breves instantes, pero he cruzado fronteras demasiado nítidas entre los ecosistemas naturales y los afectados por el hombre para poner en duda la objetividad de la naturaleza.

Desde luego, no es necesario que restrinja mis observaciones a los alrededores de Boston. El lector puede compartir, por ejemplo, una de las experiencias más impresionantes que he tenido repetidas veces a lo largo de los años haciendo una visita ocasional a las isletas de la costa de Florida, los célebres cayos. Se comienza un recorrido comercial hacia los cayos bajos, franja que no revela la realidad característica del extremo sur de Florida ni encierra su espíritu histórico y eterno. Para

iniciar el viaje, hay que acudir a un local de alquiler de embarcaciones ubicado a orillas de la reserva nacional de garzas blancas, *Great White Heron National Wildlife Reserve*. Luego, en una embarcación de unos cuatro metros de eslora, hay que poner rumbo hacia el Golfo de México e ingresar en los canales que serpentean entre las rojas isletas cubiertas de manglares. Se atraca después en la orilla de una isla que tenga una base más alta que las demás. Una vez en tierra, hay que trepar entre las raíces de los árboles externos, que parecen estacas: pasado ese trecho, el viajero se halla en una zona de selva virgen. Nadie la ha talado jamás porque su madera casi no tiene valor comercial, y los terrenos llanos sobre los cuales se levanta no ofrecen otro incentivo para su desarrollo. La intrincada vegetación es una especie de cuna ideal para los organismos de la tierra y del mar. Miles de especies de insectos y otras criaturas silvestres diminutas pululan en la verde vegetación y en las ramas de los árboles en putrefacción. Las aguas poco profundas que lamen las raíces periféricas dan sustento a una sorprendente multitud de peces, camarones y otros crustáceos, anémonas de mar y una profusión de formas marinas menos conocidas. Sin embargo, buena parte de la fauna propia de los manglares es aún desconocida para la ciencia. Los ecosistemas artificiales que son producto de la acción humana –la franja comercial que limita la selva

al oriente, única zona en la que incursionan la mayoría de los visitantes– tienen menos de ochenta años de antigüedad. Más o menos en su forma actual, circundados por visitantes invisibles, los manglares han ocupado partes del Golfo durante millones de años. Si los seres humanos abandonaran los cayos de La Florida, en pocos decenios la tierra transformada por el hombre volvería a transformarse en llanos barrosos y manglares silvestres indistinguibles probablemente de los originales que aún perduran.

Si se necesitan datos concretos para distinguir la naturaleza de lo que no lo es, contemplemos las pluviselvas tropicales, por ejemplo. Si bien cubren apenas el 6% de la superficie del planeta –una superficie similar a la de los cuarenta y ocho estados continentales de la Unión, excluida Alaska–, son el albergue donde se refugia la biodiversidad terrestre, pues allí reside más de la mitad de las especies vegetales y animales conocidas.

Los naturalistas que trabajan en las selvas aluviales conocen y enuncian una regla ya célebre: esa misma especie vegetal o animal que uno está viendo puede presentarse de nuevo ante nuestra vista en el mismo día, la misma semana o el mismo año, pero puede suceder también que jamás se nos ofrezca nuevamente a la vista, por mucho que la busquemos. La pluviselva tropical alberga una cantidad enorme de formas de

vida extrañas y esquivas, cuyo misterio apenas ha comenzado a despertar interés científico serio.

Hay un contraste notable entre la pluviselva y los hábitats de distinta índole que la rodean y que el hombre ha desmontado. En Jari, localidad del estado occidental de Rondônia, en el Brasil, los entomólogos han registrado 1.600 tipos distintos de mariposas en unos pocos kilómetros cuadrados. En los pastizales de extensión similar transformados por la tala de árboles y los incendios para desmonte, habrá tal vez cincuenta especies (desconozco el número exacto, pero sé lo que ocurre en lugares similares), más un número indeterminado de especies extraviadas que deambulan por los inhóspitos terrenos que quedan entre una zona silvestre y otra. Lo mismo ocurre con los mamíferos, las aves, las ranas, las arañas, las hormigas, los escarabajos, los hongos y otros organismos, entre ellos, miles de especies de árboles e innumerables formas de vida que prosperan bajo el dosel de la selva.

Debo reconocer que en muchos otros lugares, la transición de lo natural a lo que no lo es no es tan abrupta. El mundo concreto para nosotros, donde pululan los seres humanos, se ha transformado en un caleidoscopio de formas extremas e intermedias que van desde hábitats primigenios, de millones de años, hasta las playas de estacionamiento. Ese caleidoscopio plane-

tario avanza hacia lo humanizado, lo simplificado, lo inestable.

No nos alarmemos, empero. Recordemos los microreinos silvestres. La naturaleza no pierde fácilmente las mañas: incluso en la situación extrema de las playas de estacionamiento, debemos tener en cuenta el pequeño yuyo resistente que asoma en la grieta de hormigón, así como la mata de pasto que se aferra al cordón o el colorido de la colonia de cianobacterias adherida al puesto expendedor de cupones. Observemos atentamente las minúsculas criaturas que crecen parsimoniosamente en situaciones intermedias: la garrapata, el nematodo, el gusano que lucha por convertirse en mariposa. Esos refractarios organismos silvestres, vanguardia del inevitable retorno de la Tierra al verde y al azul que fueron su origen, esperan con paciencia que cambiemos de actitud. Son especies capaces de devolvernos algo de lo que tan impiadosamente hemos destruido.

4
¿Por qué preocuparnos?

Le diré, reverendo, que para mí la naturaleza no sólo es una entidad objetiva sino también vital para nuestro bienestar físico y espiritual. Espero que coincida conmigo en este aspecto, aunque el camino por el cual arribe a la misma conclusión sea distinto del mío, pues usted atribuirá los dones de la naturaleza a la bendición divina mientras que yo los veo como un derecho que tenemos por nuestro origen en la biosfera. Con todo, no hay necesidad alguna de ahondar nuestras discrepancias. Permítame plantear, en cambio, lo medular de la versión naturalista que, según creo, usted también comparte.

Reflexionemos sobre una verdad de tal importancia que merece el título de Principio Fundamental de la Ecología Humana: *el Homo sapiens es una especie limitada a un nicho sumamente pequeño*. Sin duda, con la mente volamos hasta los confines del universo y logramos penetrar en las partículas subatómicas, dimensiones tan dispares que implican una diferencia entre sí

de treinta potencias de diez. En este sentido, nuestro intelecto tiene características divinas. No obstante, la verdad lisa y llana es que físicamente nuestro cuerpo está atrapado en el interior de una burbuja de restricciones microscópicas. Hemos aprendido a habitar en algunas de las regiones más inhóspitas de la Tierra, pero sólo si estamos protegidos y encerrados en receptáculos herméticos cuyas condiciones están minuciosamente controladas. Podemos visitar los cascos polares, las profundidades del mar y la superficie de la luna, pero el menor desperfecto en las cápsulas que nos acompañan significa la muerte para el frágil *Homo sapiens*. Por otra parte, aunque posible desde el punto de vista físico, la permanencia en esos lugares poco acogedores durante períodos largos nos resulta psicológicamente insoportable.

He aquí mi argumento: la Tierra constituye una burbuja autorregulada que nos permite proseguir indefinidamente sin siquiera pensar en ello ni recurrir a ningún dispositivo especial. La biosfera es nuestro escudo protector, que comprende la totalidad de la vida, genera el aire que respiramos, purifica las aguas, gobierna los suelos, pero es, a su vez, una frágil membrana apenas ceñida al cuerpo del planeta. En todo momento de la vida, dependemos de ella, de su buen estado, que está siempre al borde de un abismo. Como Darwin dijo con razón en las páginas finales de *El ori-*

gen del hombre, la humanidad lleva el sello indeleble de su humilde cuna entre formas de vida preexistentes. Aunque usted, Reverendo, no concuerde con semejante afirmación, sin duda admitirá que pertenecemos a la biosfera, que nuestra especie tuvo allí su origen y que estamos delicadamente adaptados a sus exigentes condiciones: no a todas ellas sino a las que reinan en algunos climas terrestres.

Podemos enunciar el Primer Principio de la Ecología Humana de otra manera diciendo que *en nuestros genes no hay elementos para la vida en planetas que nos son extraños*. Si hay organismos vivos en Marte, en Europa o en Titán, habrá en los genes de esos organismos elementos que correspondan a esos cuerpos celestes, los que, sin la menor duda, serán totalmente diferentes de los nuestros.

Se deduce de todo lo dicho que servimos mejor los intereses de la especie humana si no dañamos por demás las otras formas vivas que aún persisten en la Tierra. Se puede definir el daño ambiental como cualquier modificación que altera lo que nos circunda arrastrándolo en dirección contraria a las necesidades físicas y emotivas innatas del hombre. No somos seres que evolucionan hacia algo nuevo de manera autónoma. Tampoco es probable que en el futuro previsible seamos capaces de modificar fundamentalmente nuestra naturaleza por medio de la ingeniería genética,

como algunos atolondrados escritores futuristas suponen. Puede ser que el conocimiento científico siga aumentando sin límite alguno, o que no. En cualquier caso, sin embargo, la biología y las emociones humanas seguirán siendo más o menos las mismas aun en un futuro lejano, porque la enorme complejidad de nuestra corteza cerebral no soporta casi retoques, porque los seres humanos no pueden mutar como las bacterias para adaptarse a medios deteriorados y porque, en última instancia, podemos optar por la fidelidad a nuestra índole humana, ese legado que recibimos después de millones de años de residencia en la biosfera.

He aquí otro argumento en favor del conservacionismo. Más allá de la curación de enfermedades hereditarias como la esclerosis múltiple y la anemia falciforme mediante la sustitución de genes, la modificación del genoma humano sólo entraña riesgos. Es mucho más seguro operar sobre la naturaleza humana tal como es, modificando las instituciones sociales y los preceptos morales para conseguir una adaptación mejor a nuestras condiciones genéticas. Jugar con algo que llevó millones de años de pruebas y errores es peligroso.

Los problemas propios de la civilización moderna surgen de la discrepancia entre un legado *genético* que evoluciona muy lentamente y una evolución *cultural* por demás veloz. En todo el mundo, incluso en puestos de influencia política y religiosa, todavía hay gente

que pretende que la ley moral se fundamente en las sagradas escrituras de reinos que existieron en el desierto en la Edad de Hierro, aunque procuran usar la última tecnología para llevar adelante sus guerras tribales, con la presunta bendición de sus respectivos dioses. El contraste cada vez más notorio entre pensamientos tan retrógrados y el aterrador poder destructivo de las armas debería hacernos más prudentes que nunca, no sólo con respecto a las guerras. Debería volvernos más cuidadosos con el medio ambiente del cual depende nuestra vida en última instancia. Sería aconsejable que no pudiéramos disponer en forma definitiva de la naturaleza a menos que comprendamos más cabalmente qué somos y qué estamos haciendo.

El poder destructivo del *Homo sapiens* no tiene límite, aun cuando nuestra biomasa sea prácticamente invisible. Por ejemplo, desde el punto de vista matemático, sería posible apilar como leños a todos los seres humanos del planeta formando un enorme bloque de cuatro kilómetros cúbicos de volumen y luego hacerlo desaparecer en un recóndito meandro del Gran Cañón del Colorado. Sin embargo, por primera vez desde que la vida existe sobre la Tierra, la humanidad es la primera especie que se ha transformado en una fuerza geográfica. Pese a nuestro extraño aspecto bípedo y nuestras vacilantes cabezas, hemos alterado la atmósfera y el clima de la Tierra. Hemos diseminado

miles de sustancias químicas tóxicas en todo el mundo; nos hemos apropiado del 40% de la energía solar disponible para la fotosíntesis y hemos aprovechado casi la totalidad de las tierras cultivables, hemos construido presas en buena parte de los ríos, elevado el nivel de los mares y, en este momento, estamos a punto de quedarnos sin agua potable, situación que debería llamar la atención de todos como ninguna otra. Uno de los efectos secundarios de toda esta frenética actividad es la permanente extinción de ecosistemas silvestres y de las especies que habitan en ellos. Parecería que ésa también es una consecuencia irreversible de la actividad humana.

Ahora bien, en vista de todos los problemas que debemos afrontar, ¿por qué preocuparnos por la naturaleza viviente? ¿Habrá alguna diferencia si en el curso de este siglo se extinguen unas pocas especies, incluso si se extingue la mitad de las especies terrestres, como anuncian los hombres de ciencia? Muchas son las razones que pueden esgrimirse, todas ellas fundamentales para el bien común de la humanidad. En primer lugar, se destruirán fuentes incalculables de información científica y de riqueza. Se tambalearán los costos de oportunidad, más comprensibles quizá para nuestros descendientes que para nosotros mismos. Se habrán perdido para siempre medicamentos, cultivos, maderas, fibras, suelos aún no descubiertos, así



Estructuras características del tejo del Pacífico norteamericano, fuente de la droga anticancerosa taxol. (Ilustración original de Charles Sprague Sargent, *Silva of North America*, 10, figura 514 [1896], reproducida en Eric Chivian [ed.], *Biodiversity: its importance to human health*, Harvard Medical School, Center for Health and the Global Environment, 2002, p. 19.)

como la posibilidad de reponer vegetación o de encontrar sustitutos para el petróleo.

Los que se oponen a los ambientalistas (¿qué significará esa expresión, acaso no somos todos ambienta-

listas?) suelen dejar de lado lo pequeño y lo poco conocido, que pretenden clasificar en sólo dos categorías: bichos y yuyos. No les resulta difícil olvidar que esas criaturas constituyen la mayor parte de los organismos y de las especies que habitan la Tierra. Si alguna vez lo supieron, olvidan también que los voraces gusanos de una ignota mariposa tropical americana salvaron tierras de pastoreo de Australia cuando el crecimiento excesivo de los cactus las amenazaba. No saben que un "yuyo" de Madagascar, la vinca rosa, aporta los alcaloides que sirven para curar la mayoría de los casos de mal de Hodgkin y la leucemia aguda infantil; tampoco tienen noticia de que un casi desconocido hongo noruego hizo posible la industria de los trasplantes y que un derivado químico de la saliva de las sanguijuelas es un solvente que evita la trombosis sanguínea durante episodios quirúrgicos y después de ellos. Son innumerables los ejemplos similares de una farmacopea que nació con las hierbas medicinales de los chamanes y continúa hoy con las curas aparentemente mágicas de la biomedicina actual.

Como los ecosistemas silvestres naturales son observables a simple vista, también es fácil dar por sentados los servicios que prestan a la humanidad. Las especies silvestres enriquecen el suelo, purifican las aguas y polinizan la mayor parte de las plantas con flores. Incluso generan el aire que respiramos. Sin ellas, el

futuro humano sería breve y desagradable. Junto con legiones de microorganismos y diminutos invertebrados, las plantas verdes son el sustento de nuestra existencia. Esos organismos son fundamentales para el mundo por su diversidad genética, que les permite repartirse los papeles que deben desempeñar en el ecosistema con enorme precisión, y también son fundamentales porque son muy abundantes, de suerte que hay al menos unos pocos de ellos en cada metro cuadrado de la superficie terrestre. Sus funciones dentro del ecosistema son redundantes: si una especie desaparece, a menudo hay otra capaz de multiplicarse y ocupar su lugar al menos en forma parcial. En conjunto, todas esas especies, que son en su mayoría bichos y yuyos, hacen funcionar el mundo exactamente como es necesario para nosotros porque durante la prehistoria la humanidad evolucionó de manera tal que ahora depende de su acción combinada y de la biodiversidad que garantiza la estabilidad del mundo.

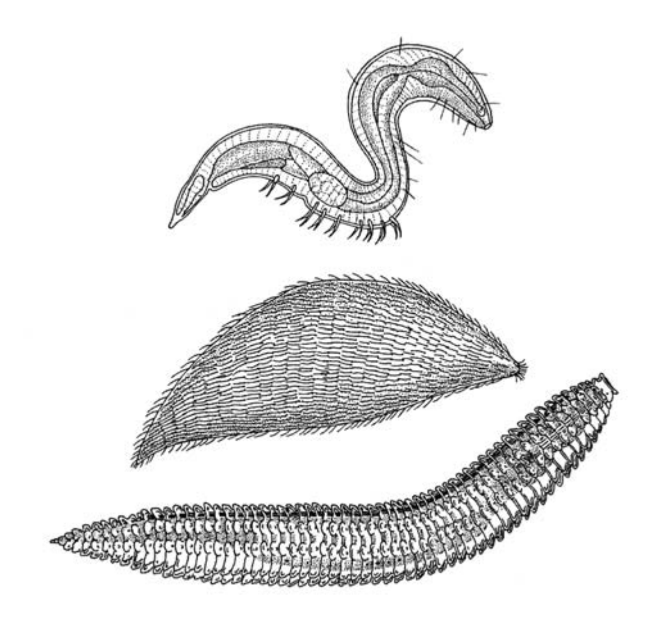
La naturaleza no es más ni menos que el conjunto de organismos que viven en estado silvestre más el equilibrio físico y químico que esas especies generan mediante su recíproca interacción. El poder de la naturaleza radica en el hecho de que su complejidad la vuelve sostenible. Basta con desestabilizarla degradándola a un estado más simple, como parecemos empeñados en hacer, y el resultado puede ser una catás-

trofe en la cual los organismos más afectados sean los de mayor tamaño y mayor complejidad, entre ellos los seres humanos.

Debemos respetar más a los pequeños seres que mantienen el mundo andando. Como soy entomólogo, recurriré ahora a los insectos para argumentar en favor de la fauna y la flora terrestres, tan hostigadas hoy. De todos los organismos existentes, los insectos son aquellos cuya diversidad está mejor documentada: en 2005 se habían clasificado ya unas 900.000 especies de insectos. Pero el número total de especies, suma de las conocidas y de las que aún no se han descubierto, puede superar los diez millones. La biomasa de los insectos es enorme: calculada en cualquier momento, puede superar los trillones. Tal vez existan mil millones de hormigas, que pesan en total más o menos lo mismo que los 6.500 millones de seres humanos. Aunque estas estimaciones no son totalmente fiables (para decirlo con elegancia), no dudo de que los insectos están al tope de la lista de animales en cuanto a masa física se refiere. En cuanto a masa, sus rivales más inmediatos son los del orden Copepoda (diminutos crustáceos marinos), los ácaros (pequeños artrópodos parecidos a arañas) y los nematodos, que constituyen una población enorme, de millones de especies probablemente, que comprende las cuatro quintas partes de todos los animales terrestres. ¿Acaso alguien piensa que esas

diminutas criaturas existen simplemente para llenar el espacio?

Los seres humanos necesitamos de los insectos para sobrevivir, aunque ellos no necesiten de nosotros. Si toda la humanidad desapareciera mañana, es improbable que alguna especie de insecto se extinguiera a



Tres especies de nematodos (gusanos cilíndricos) especializados según el caso para llevar una existencia independiente o parásita. (Tomado de Richard C. Brusca y Gary J. Brusca, *Invertebrates*, Sunderland, MA, Sinauer Associates, 1990, p. 350.)

causa de ello, a excepción de tres formas de piojos que se alojan en el cuerpo y en el pelo. Aun así, quedarían vivos los piojos de los gorilas, muy similares a los parásitos humanos y capaces de continuar en cierto modo con la estirpe. Transcurridos dos o tres siglos después de la desaparición de los seres humanos, los ecosistemas terrestres se regenerarían y recuperarían el estado próximo al equilibrio que existía hace unos diez mil años, a excepción, claro está, de las especies que entretanto hemos empujado a la extinción.

Por el contrario, si desaparecieran los insectos, pronto el medio ambiente terrestre se desmoronaría en el caos. Contemplemos el cuadro de ese cataclismo tal cual se desenvolvería en los primeros decenios:

La gran mayoría de las plantas con flor dejarían de reproducirse porque no habría polinización.

La gran mayoría de las plantas herbáceas comenzarían a extinguirse. Los árboles y los arbustos polinizados por insectos perdurarían unos años más: en casos muy raros, unos siglos.

En ausencia del follaje, de los frutos y de los insectos que constituyen su alimento, la gran mayoría de las aves y otros vertebrados terrestres seguirían también el camino de la extinción.

La falta de rotación del suelo aceleraría el colapso vegetal, pues los insectos –y no las lombrices, como se supone generalmente– son los agentes principales que mueven y renuevan el suelo.

Las poblaciones de hongos y de bacterias crecerían exponencialmente y alcanzarían un máximo que no disminuiría durante varios años mientras tuvieran restos vegetales y animales que matabolizar.

Los pastizales polinizados por el viento, así como algunos helechos y coníferas, avanzarían sobre buena parte del terreno desforestado para reducirse después a medida que disminuyera la calidad del suelo.

La población humana sobreviviría alimentándose una vez más de granos polinizados por el viento y animales marinos. No obstante, durante la hambruna general de las primeras décadas, se reduciría a una pequeñísima fracción de su nivel anterior. Habría guerras para conseguir el control de recursos cada vez más escasos, grandes sufrimientos y nos precipitaríamos en una barbarie insondable.

Desesperados por sobrevivir en un mundo devastado, presos en una nueva Edad Media Ecológica, los sobrevivientes elevarían sus plegarias por el retorno de los bichos y los yuyos.

Resumo lo esencial del cuadro que acabo de pintar: hay que ser muy prudente con los plaguicidas. No contribuyamos a despoblar el mundo de los insectos. Sería un error grave permitir que una sola de esos millones de especies se extinguiera. Me permito ahora nombrar unas pocas excepciones. Personalmente, votaría por la extinción de los mencionados piojos (nuestros agravios contra ellos: sólo afectan a los seres humanos, causan graves afecciones de la piel, amenazan la calidad de vida y transmiten enfermedades). Tampoco lamentaría la desaparición de los mosquitos de la especie africana *Anopheles gambiae,* especializada en extraer sangre humana y transmitir la malaria. Me conformaría con conservar su ADN para futuras investigaciones y despedirlos definitivamente: no exageremos nuestra actitud conservacionista cuando se trata de criaturas que se alimentan de seres humanos.

Sólo es necesario ejercer control sobre una pequeñísima fracción de todas las especies de insectos, tal vez una realmente dañina por cada diez mil. En la mayor parte de los casos, ese control implica reducir la población y, de ser posible, eliminarla en los países donde los insectos no son autóctonos y han llegado transportados por los seres humanos.

Tomemos, por ejemplo, el caso de la hormiga de fuego importada que asuela el sur de los Estados Unidos desde la década de 1940 y se ha extendido no hace mu-

cho a California, las islas del Caribe, Australia, Nueva Zelanda y China. Causa millones de dólares de pérdidas agrícolas por año. Su picadura es dolorosa y a veces mortal, cuando la víctima sufre un shock anafiláctico desencadenado por la ponzoña. Esta hormiga consiguió desplazar otros insectos autóctonos y redujo las poblaciones silvestres. Es evidente que convendría suprimir las poblaciones invasoras si supiéramos cómo hacerlo. Sin embargo, no se puede decir lo mismo con respecto al sur del Brasil y el norte de la Argentina, lugares donde la especie es autóctona y está controlada ecológicamente por millones de años de coevolución con otras especies nativas. En su hogar sudamericano, estas hormigas están en equilibro con las especies que funcionan como predadoras, patógenas y competidoras suyas. Si no fuera así, se habrían extinguido hace mucho tiempo. Pero en los Estados Unidos, sus enemigos son menos en número y más débiles. Allí, eliminar la hormiga de fuego importada sería conveniente para la población humana y para el medio ambiente que ha colonizado. Por el contrario, su eliminación en América del Sur podría dañar gravemente el ecosistema al que está adaptada, junto con otras especies con las que convive en plena armonía.

Una de las dificultades más sobrecogedoras de la ecología moderna consiste en evaluar los pros y los contras de la naturaleza viviente con el fin de definir

con mayor precisión la estructura interna de la biosfera. Abrigamos la esperanza de que, con el tiempo, los investigadores aprendan realmente cómo están constituidos los ecosistemas, qué los hace sostenibles y qué los desestabiliza. La Tierra es un laboratorio en el que la naturaleza nos expone el resultado de innumerables experimentos. Así nos habla; escuchémosla.

5
Invasión de alienígenas terrestres

Toda persona que resida en el sur de los Estados Unidos conoce las hormigas de fuego por experiencia. Aunque pueden ser muy molestas, también pueden enseñarnos mucho sobre el mundo viviente, sobre cuándo está en pleno funcionamiento o cuándo cesa de funcionar. Además, forman ya parte del folclore de América del Norte. Personalmente, estuve por primera vez en contacto con estos insectos durante mis excursiones de la adolescencia; desde entonces no he cesado de estudiarlos como profesional. No hay entre los insectos mejor ejemplo de la exquisita complejidad de los ecosistemas y ninguno demuestra de modo tan patente que el equilibrio de la naturaleza puede perderse incluso si una única especie intrusa aparece en el escenario. Después de escribir muchos artículos científicos sobre esas hormigas, pensé que mi relación con ellas había terminado y que no me quedaba mucho que aprender al respecto. Se produjo entonces un acontecimiento notable que las hizo reaparecer en mi vida.

Estaba entonces estudiando las hormigas de las Antillas y observaba las especies características de cada isla, desde Granada, en el extremo sur, hasta Cuba y las Bahamas al norte. Todo el archipiélago es ideal para estudiar cómo se diseminan los vegetales y los animales a través del agua para colonizar luego la tierra y constituir allí distintos ecosistemas. También es útil para ver cómo se extinguen las especies. En virtud de su abundancia y ubicuidad, los 476 tipos de hormigas presentes en las islas (según las últimas estadísticas de 2005) constituyen un elemento inapreciable para esos estudios ecológicos. Pues bien, las hormigas de fuego habrían de ocupar un lugar de importancia para los seres humanos.

He aquí la historia de lo que sucedió.

En la tarde del 10 de marzo de 2003, ingresé junto con un pequeño grupo de biólogos que también hacían trabajo de campo en una excavación que había puesto al descubierto las ruinas de la antigua ciudad de Concepción de la Vega, situadas en un cordón de cerros al oeste de la República Dominicana. Frente a nosotros vimos el derruido fuerte de piedra construido en 1496 bajo la dirección del propio Colón. A la izquierda, había un antiguo pozo de agua cegado que, según se decía, habían utilizado los monjes franciscanos que llegaron al lugar en los albores del siglo XVII. A la derecha, se extendía una superficie plana que bien podría haber

formado parte del jardín del monasterio antes de que quedara abandonado en la década de 1530, junto con la ciudad levantada a impulsos de la fiebre del oro.

Sobre ese terreno yermo había crecido un girasol en el que pululaban pequeñas hormigas de color castaño oscuro. Al abrigo de las axilas que formaban las hojas con el tallo, había familias enteras de membrácidos, raros parientes lejanos de los áfidos provistos de espinas dorsales. Cuando separé las hojas para recoger mis especímenes, las hormigas me cubrieron las manos y me picaron produciéndome escozor. Cada picadura ardía como si me hubieran acercado un fósforo, y en la mayoría de ellas se formó una roncha que me produjo comezón durante varias horas. Evidentemente, las hormigas protegían a los membrácidos.

En ese preciso instante, en circunstancias tan insólitas, sentí que acababa de resolver un misterio que había durado quinientos años. Por fin, al cabo de considerables esfuerzos, podía decir cuál había sido la causa de la primera crisis ambiental que sufrieron los colonizadores del Nuevo Mundo.

Alrededor de 1518, una invasión de hormigas arribó a la joven colonia de La Hispaniola, acontecimiento registrado por Fray Bartolomé de las Casas, riguroso cronista de la América de los tiempos de Colón y defensor de los indios del Caribe, quien, poniendo el Verbo Divino por testigo, manifiesta que todo lo que dice y

refiere en sus escritos es la verdad. En mi opinión, un verdadero santo, aunque no haya sido canonizado. En su *Apologética Historia de las Indias*, describe lo que vio en el monasterio diciendo que había infinidad de hormigas, que mordían las naranjas y los granados, y eran muy agresivas. Sus picaduras causaban gran dolor y no era posible vivir si no se colocaban las patas de las camas en recipientes con agua.

En otros lugares de la isla, en la recién fundada capital de Santo Domingo y en otras zonas de la actual República Dominicana, las hormigas destruían jardines y huertas. A medida que la plaga avanzaba, desaparecían plantaciones enteras de naranjos, granados y caneleros de China.

La angustiada descripción de Fray Bartolomé continúa diciendo que las plantas quedaban agostadas y abrasadas, como si hubiera descendido fuego de los cielos. La pérdida de los árboles caneleros, de cuyos frutos se extraía un purgante muy difundido en España, causaba especial preocupación. Los colonizadores, cuyos ingresos mineros se habían reducido abruptamente con la virtual extinción de los indios taínos por el maltrato y las enfermedades, habían puesto sus ojos en ese cultivo para resarcirse.

Fray Bartolomé creía que la plaga expresaba la ira de Dios por el maltrato que había sufrido el pueblo taíno. Cualquiera haya sido la opinión de los otros espa-

ñoles al respecto, pronto recurrieron a la autoridad más alta para pedir auxilio. Cuenta Las Casas que, cuando los habitantes de Santo Domingo vieron que el azote crecía causándoles tantos perjuicios sin que ellos pudieran detenerlo, acordaron pedir ayuda al más Alto Tribunal. Hicieron una gran procesión para rogar al Padre Celestial que los librara de una plaga tan dañina para sus bienes terrenales. Para que la bendición divina se apresurara, pensaron que debían invocar a un santo para que intercediera por ellos, aquel que el Señor oportunamente señalara como más conveniente. Así, terminada la procesión, el obispo, los clérigos y la población entera echaron suertes para saber a cuál de los santos de las letanías consideraba más propicio como intercesor la Divina Providencia. La suerte recayó sobre San Saturnino, a quien recibieron con júbilo como patrono y honraron con una fiesta muy solemne que, desde entonces, se repitió todos los años.

De hecho, según Fray Bartolomé, la plaga pronto comenzó a ceder como por milagro. Pocos años después, se plantaron árboles nuevos que a su vez dieron frutos. Hasta el día de hoy, los citrus y los caneleros de China florecen en toda la República Dominicana, prácticamente sin que las hormigas los afecten.

Sin embargo, a medida que la invasión de hormigas amainaba en La Hispaniola, otras islas de las Antillas se vieron afectadas. A principios de la década de 1500,

hubo una invasión de esos insectos en la aldea de Sevilla Nueva, en Jamaica, hecho que contribuyó en buena medida a su total abandono en 1534. Por esa misma época, millares de hormigas pusieron en peligro las plantaciones de mandioca de lo que hoy es Loiza, en Puerto Rico, de modo que después de echar suertes sus habitantes eligieron como patrono a San Patricio. Cuando una plaga similar acosó a Sancti Spiritu, en Cuba, la población cruzó el río y eligió como intercesora a Santa Ana.

A lo largo del siglo XVII, las hormigas constituyeron prácticamente una plaga en las Islas Barbados, suceso que Richard Ligon relató en la primera descripción de esas islas desde el punto de vista de la historia natural, escrita por él en 1673. En el siglo XVIII, hubo otra invasión de grandes proporciones que abarcó las Antillas menores: llegó a Barbados en 1760 y luego arrasó la Martinica y Granada en 1763 y 1770, respectivamente. Sobre esta última isla, escribió R. H. Schomburgk en 1848 en su *History of Barbados*: "todas las plantaciones de caña de azúcar que había entre St. George y St. John –unos dieciocho kilómetros– fueron destruidas una tras otra y el país entero quedó reducido a un estado lamentable". Según el mismo autor, las hormigas eran tan numerosas que cubrían kilómetros de los caminos sin interrupción y las huellas que dejaban en ese pulular de insectos los cascos de los caballos eran visibles

apenas unos instantes, pues desaparecían de inmediato, cubiertas de nuevo por las hormigas.

No se eligieron santos patronos para proteger los cultivos de caña de azúcar, pero se ofrecieron grandes recompensas –de veinte mil libras en el caso de Granada– para cualquiera que encontrara la manera de detener la marea de hormigas. Nadie se presentó pero, al final, poco importó ese hecho: como en La Hispaniola dos siglos antes, la plaga menguó sin intervención humana.

¿Cuál era la hormiga que había asolado esos lugares? He ahí un misterio, como los que se plantean en las investigaciones criminales. En 1758, Linneo, creador de la clasificación taxonómica moderna, la bautizó con el nombre de *Formica omnivora* (hormiga omnívora), pero no hizo nada más. Hasta el día de hoy, la escasa información que aporta ese nombre nos deja en ayunas con respecto a la identidad de la especie según los sistemas de clasificación modernos. Ningún entomólogo ha conseguido localizar especímenes genuinos en las colecciones reunidas por Linneo que hoy se conservan en Estocolmo y en Londres, de modo que nadie ha podido ubicarla a ciencia cierta. Los especialistas en hormigas de otras épocas, incluso el sabio William Morton Wheeler, uno de los que me precedió como curador de entomología en Harvard, hicieron conjeturas sobre la especie culpable de las suso-

dichas invasiones tratando de localizarla entre las que todavía se observaban en el Caribe, pero las pruebas que manejaron eran demasiado endebles y contradictorias para llegar a una conclusión sólida. En un artículo sobre el tema publicado en 1926, Wheeler se acercó mucho a la solución, como se vio después, pero su conjetura no estaba del todo bien encaminada. Usando una analogía habitual en los tribunales, a partir de las conjeturas de Wheeler, los investigadores tenían varios sospechosos pero no contaban con pruebas suficientes para acusarlos.

El enigma de las hormigas que fueron plaga en las Antillas tiene importancia histórica (entre otras cosas, son muy pocas las criaturas vivientes que causaron la elección de un santo protector). Más allá de la cuestión histórica, resolver ese enigma es importante para comprender los ambientes inestables. ¿Cuál era el insecto bautizado como *Formica omnivora*? ¿Por qué la población se multiplicó hasta adquirir la proporción de una plaga? Por último, ¿por qué razón la invasión cesó al cabo de unos pocos años o unos pocos decenios a lo sumo?

A mediados de la década de 1990, me propuse analizar el tema y ver si podía cerrar ese extraño capítulo de la entomología. De tanto en tanto, visitaba las islas en las cuales se había desatado la plaga y escudriñaba todas las especies de hormigas que podía hallar en los

hábitats actuales. Revisando la bibliografía histórica, reuní todos los jirones de información a mi alcance sobre la aparición de la *Formica omnivora* y su comportamiento. A partir de esos datos, hice una lista breve que luego acorté aun más. Por fin, después de muchos titubeos y cambios de rumbo, tomé una decisión a partir de lo que descubrí en el monasterio de Concepción de la Vega.

Como había hecho Wheeler con un número mucho menor de pruebas, llegué a la conclusión de que la especie responsable de las plagas del siglo XVI era la hormiga de fuego de los trópicos. Conocida por los entomólogos por su nombre científico, *Solenopsis geminata,* se trata, evidentemente, de una especie nativa del extremo sur de los Estados Unidos, de América Central y, probablemente, de la zona tropical de América del Sur. Sin embargo, el comercio humano la ha difundido por buena parte de las regiones tropicales y subtropicales del mundo. No es la misma especie que la hormiga de fuego importada que puede hallarse en el sur de los Estados Unidos. Las dos especies más próximas a ella aparecen en el sudoeste de los Estados Unidos. La hormiga de fuego de los trópicos también puede ser una especie nativa de las Antillas: al menos estaba allí cuando llegó Colón y el pueblo taíno tenía ya un nombre para ella, *jibijoa.* No es probable que lo hayan inventado entre 1492 y la fecha de su exterminio total a manos

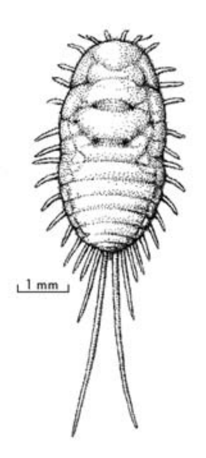
de los españoles, cuatro decenios después. Aunque no fueran nativas de las islas, las hormigas sí tuvieron origen precolombino y fueron transportadas por accidente de una a otra de las Antillas menores por los antepasados de las etnias taíno-arawak. Bien pudo ocurrir que el vehículo de transporte fueran las reservas de mandioca, raíz comestible predilecta de los pueblos caribeños indígenas.

No obstante… el misterio se torna más oscuro en el punto que voy a abordar ahora. Si las hormigas de fuego vivían ya en las huertas de los taínos y en sus alrededores, ¿por qué esperaron la llegada de Colón para transformarse en plaga? Suponiendo que el azote no fue el castigo de Dios por el genocidio de los taínos (¡hipótesis que no puedo excluir del todo!), la causa debió ser algo que los españoles hicieron y que afectó el medio ambiente. No pudo haber sido el mero hecho de cultivar huertas y jardines, pues La Hispaniola ya era tierra intensamente cultivada por los cuatrocientos mil taínos que la habitaban antes de la ocupación española.

Según se me hizo evidente cuando observaba las hormigas y los membrácidos de Concepción de la Vega, la solución residía en el aspecto abrasado de las plantas moribundas. No es un efecto producido por ninguna hormiga conocida, pues éstas no suelen consumir el material vegetal que utilizan. Pero es, sin duda,

producto de una infestación intensa por insectos homópteros que chupan la savia, como los áfidos, las cochinillas harinosas, las cochinillas comunes... y los membrácidos. Las hormigas de fuego son una especie que los protege, en retribución de lo cual los homópteros les proporcionan un excremento líquido rico en azúcar y aminoácidos. Aparentemente, la causa más probable de las célebres plagas fue el arribo a La Hispaniola de una o varias especies de homópteros. Llevados al lugar inadvertidamente por los españoles, esos insectos no encontraron al principio oposición alguna por parte de parásitos o predadores naturales, de modo que su población creció enormemente. Es muy probable que el vehículo en este caso hayan sido los plátanos o bananos, introducidos en 1516 desde las Islas Canarias como planta productora de alimentos. Aprovechando el aumento de provisiones, la población de hormigas creció de forma exponencial con el nuevo manjar y su simbiosis con dos tipos distintos de insectos dio origen a la plaga.

Los españoles no advirtieron la presencia de los homópteros que extraían la savia entre los millares de insectos distintos que pululaban en sus cultivos, o bien no se percataron de su importancia y, comprensiblemente, atribuyeron toda la culpa a las hormigas que producían picaduras tan molestas. No fue sino a fines del siglo xviii, en Granada, que los natu-



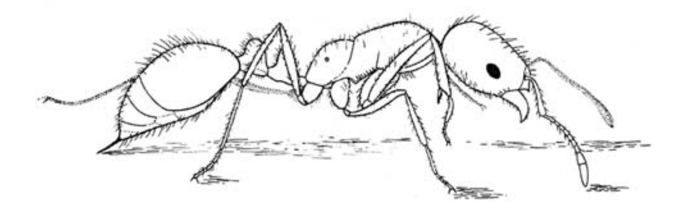
Cochinilla (*Pseudococcus longispinus*). (Cortesía de CSIRO, Department of Entomology. Ilustración tomada de T. E. Woodward, "Hemiptera", en *The insects of Australia*, Melbourne, University of Melbourne Press, 1970, p. 429.)

ralistas empezaron a sospechar el papel que desempeñaron los homópteros en las grandes plagas de hormigas de las Antillas.

Mi certeza en cuanto a la identidad de la misteriosa *Formica omnivora* del siglo XVI se respaldaba en el hecho de haber contemplado yo mismo una plaga de hormigas de fuego casi desde su comienzo. A fines de la década de 1920 o principios de la de 1930, la hormiga de fuego importada que ya mencioné (cuyo nombre científico es *Solenopsis invicta)* fue introducida en el

puerto de Mobile, Alabama. Casi con seguridad, había venido en la bodega de un buque que traía carga de alguna localidad ubicada en su región de origen –el centro del Brasil o la porción más septentrional de la Argentina–, muy probablemente después de recorrer las vías fluviales del río Paraná. En 1942, cuando tenía 13 años, estuve estudiando hormigas para un proyecto de los *Boys Scouts* que se desenvolvía en mi barrio, a unas cinco cuadras de los muelles de Mobile. Descubrí así un nido de hormigas de fuego importadas, con su característico montículo, y debo decir que el mío fue el primero o segundo informe sobre la existencia de esa especie en los Estados Unidos. Siete años después, la hormiga se había difundido en todas direcciones cubriendo un radio de 120 kilómetros; había populosos hormigueros en los jardines y en el campo: cien hormigueros o más por hectárea, cada uno de los cuales albergaba unas doscientos mil hormigas de muy mal genio. Se puede decir, por consiguiente, que la población de hormigas había alcanzado las proporciones de una plaga, tal vez no tan grave como la que ocurrió en el siglo XVI en La Hispaniola, pero suficiente para causar inconvenientes y alarma en toda la zona.

En la primavera de ese año, 1949, cursaba yo mi último año en la Universidad de Alabama, enfrascado en los estudios de entomología y particularmente interesado en la biología de las hormigas. El Departamento



La obrera de la especie importada de hormigas de fuego deja un rastro de olor que va desde el alimento recién descubierto hasta el hormiguero. Libera la feromona que constituye el rastro a través del aguijón. (Dibujo de E. O. Wilson, tomado de "Chemical communication among workers of the fire ant *Solenopsis saevissima* [Fr. Smith], 1: The organization of mass-foraging", *Animal Behaviour* 10, Nº 1-2, 1962, pp. 134-147.)

de Conservación del estado de Alabama me contrató para hacer un peritaje sobre la hormiga de fuego importada e impacto ambiental. ¡No había cumplido aún los 20 años y ya tenía trabajo como entomólogo! Es mucho lo que le debo a la hormiga de fuego. Me di cuenta entonces de que podía ganarme el pan dedicándome a la pasión de mi infancia. Recorriendo la zona infestada en un sentido y otro junto con un compañero de estudios, Jim Eads, pronto pude confirmar los funestos informes anteriores. Las hormigas observadas en el campo y estudiadas luego en el laboratorio estaban dañando los cultivos, especialmente en los jardines, llevándose las semillas o atacando las raíces en los almácigos. Según algunas declaraciones, los insectos ata-

caban también a los pollitos de las codornices* y de otras aves que construían el nido en tierra o cerca de ella. También observé que los grandes hormigueros dificultaban la labranza de la tierra, la siega y la cosecha, y advertí que a veces invadían las casas, especialmente en las zonas rurales. Todas esas observaciones han sido confirmadas posteriormente por otros investigadores, pero los estudios recientes revelaron algo mucho más grave. Las hormigas de fuego modifican el medio ambiente porque, por su acción, disminuyen el número de muchos otros insectos y otras especies de invertebrados y de reptiles, o se reduce su diversidad. Sus efectos son tan intensos que consiguen desplazar a poblaciones de ratones y venados o disminuir su número. Además, hay un porcentaje pequeño de seres humanos que tienen una reacción alérgica frente a su ponzoña, afortunadamente no más del 1% de la población.

En la región afectada por esos insectos hay una broma que circula y que se refiere a la pronunciación sureña: la gente comenta que no se dice ya "*fire ant*" (hormiga de fuego) sino "*far aint*" (lejos no). Los que cuentan la broma agregan "No es que hablemos dialecto sureño aquí; queremos decir que las hormigas vinieron de lejos

* *Bobwhite*, dice el autor, nombre vulgar de la especie *Colinus virginianus*. [N. de la T.]

y que no van a volverse". Ese comentario es una suerte de eufemismo. Es casi imposible detener a la hormiga de fuego importada, que hace honor a su nombre científico de origen sudamericano: *invicta*. Una vez afincada, la especie se difundió por todos los estados que están sobre el Golfo de México y avanzó también hacia el norte, hasta que las heladas y el invierno crudo fueron excesivos para su fisiología de clima cálido. En la actualidad, abarca sin soluciones de continuidad un territorio que va desde las planicies de Carolina del Norte hasta el centro de Texas e incluye todo el estado de Florida hacia el sur. En la década de 1980 dio un salto y llegó a Puerto Rico, llevada sin duda por el comercio humano, y luego se hizo presente en las Bahamas, en algunas zonas de las Antillas menores y en Trinidad. En la década de 1990 colonizó el condado de Orange, en California. No hace mucho comenté ante colegas entomólogos que trabajan en la sede de Davis de la Universidad de California, ubicada en el valle central de ese estado: "Primero van a oír una especie de silbido que proviene del sur, y luego verán que ya están aquí".

Resultó luego que todos estos hechos constituyen solamente el primer capítulo de la novela de las hormigas. A medida que iba armando el rompecabezas para probar la identidad de la especie de las Antillas, me di cuenta de que todavía había discrepancias en lo que yo consideraba pruebas. ¡En primer lugar, las es-

pecies que invadieron las Barbados, Granada y la Martinica a mediados del siglo XVIII no picaban! Al menos, en las crónicas de la época no se menciona ese más que notorio rasgo de las hormigas de fuego. Ahora bien, cualquiera que haya recibido una picadura de estas hormigas, experiencia inevitable cuando uno se halla muy próximo a ellas, no dejará de mencionarla en un lugar destacado. En segundo lugar, Richard Ligon, quien describió en 1673 una especie que adquirió las dimensiones de una plaga o proporciones similares, escribió que, cuando esas hormigas no podían trasladar solas un trozo de alimento porque era demasiado pesado, lo levantaban entre varias y lo llevaban al nido entre todas (eso es lo que ocurría con las cucarachas que Ligon aplastaba y luego les ofrecía para divertirse). Por el contrario, las hormigas de fuego arrastran los trozos de alimento grandes o los dividen en porciones más pequeñas para poder transportarlos.

Era evidente que las plagas de las Antillas se debieron a dos tipos de hormigas diferentes: hormigas de fuego en La Hispaniola en el siglo XVI y algún otro insecto un siglo después más al sur, en las islas más pequeñas de las Antillas menores. En este último caso, las principales sospechosas, y casi las únicas que quedan, son las distintas especies del género *Pheidole* –el más abundante por su número y diversidad en todo el hemisferio occidental–, del que la ciencia conoce

624 especies. Como acababa de terminar un estudio exhaustivo de todas esas especies, incluida la descripción de 344 especies nuevas, me di cuenta de inmediato de que había dos hormigas que podían llenar las condiciones: la Pheidole de Jelski (nombre científico *Pheidole jelskii)* y la Pheidole de gran cabeza *(Pheidole megacephala)*.

No me llevó mucho tiempo descartar a la *Pheidole jelskii*. Pese a que esta especie nativa es una de las más abundantes y difundidas en el Nuevo Mundo, y pese a que está presente en todas las Antillas, su perfil no corresponde al de la especie que se transformó en plaga histórica. Construye nidos en forma de cráter en el campo abierto, no invade las casas y no se reúne en grandes números. Por el contrario, la *Pheidole megacephala* tiene un perfil casi idéntico al de la hormiga histórica. Se trata de una especie extranjera de origen africano que hace sus nidos en las raíces de los árboles y de la caña de azúcar, tal como cuentan las crónicas, y es una plaga importante en las viviendas, en un todo de acuerdo con los relatos que escribió Ligon en el siglo XVII. Además, forma colonias gigantes capaces de dominar totalmente zonas aisladas. Encontré una de esas supercolonias en Cayo Loggerhead, en el Parque Nacional de Dry Tortugas, Florida, y otros entomólogos las han hallado en las Bermudas y en Culebrita, cerca de Puerto Rico. En unos pocos luga-

res del mundo, entre ellos Hawai, esta hormiga ha alcanzado la proporción de una plaga o algo similar en los últimos años.

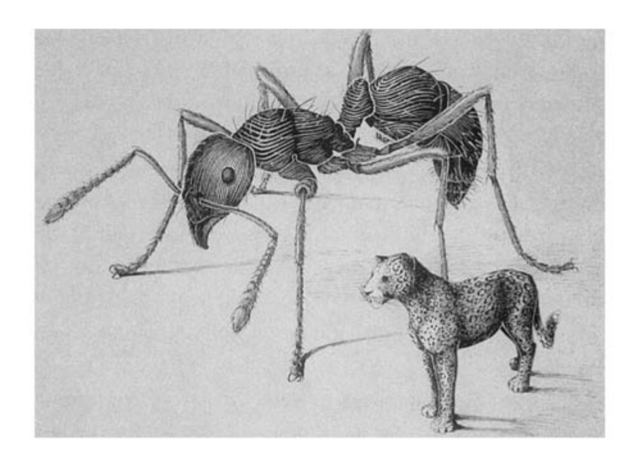
Si la *Pheidole megacephala* extranjera fue realmente la responsable de la segunda plaga, cobra sentido otra característica peculiar de todos los que intervinieron en el drama antillano. Los tres episodios de mayor gravedad posteriores al siglo XVI –los de Barbados, Granada y Martinica– comenzaron todos en un único decenio, el de 1760-1770, y afectaron principalmente plantaciones de caña de azúcar. Es muy difícil explicar ese fenómeno si no se postula el arribo relativamente tardío de especies extranjeras, como la propia *Pheidole megacephala* o, más probablemente, insectos homópteros recientemente llegados con los cuales ésta hizo simbiosis, pues ya se había producido una invasión de hormigas en Barbados a mediados del siglo XVII. El hecho de que la plaga tuviera su foco en las plantaciones de caña confirma esta última hipótesis porque los homópteros pueden multiplicarse explosivamente en esas condiciones.

De las casi doce mil especies de hormigas conocidas, sólo trece han generado invasiones causadas indirectamente por el comercio naval y han colonizado otras regiones, produciendo grandes perjuicios ecológicos o económicos. La mayoría de ellas adquirió en un momento u otro la proporción de una plaga. Además de

las hormigas de fuego y las macrocéfalas, ese grupo tan selecto comprende la misteriosa hormiga de Singapur* (*Monomorium destructor*) en Cabo Verde y la pequeña hormiga de fuego (*Wasmannia auropunctata*), que está arrasando con insectos y animales diminutos en las Islas Galápagos, en Nueva Caledonia y otras zonas tropicales. La hormiga argentina *(Linepithema humile)* es otra especie viajera que se ha transformado en un verdadero azote en Madeira y en algunas regiones de Australia, Sudáfrica y California.

No debe sorprender que insectos tan pequeños tengan efectos tan devastadores: al fin y al cabo, las hormigas son una de las especies pequeñas que predominan en nuestro planeta. En la selva amazónica, donde se han realizado mediciones al respecto, representan un tercio de la masa seca de todos los insectos y, si se agregan las termitas, constituyen más de un cuarto de la masa seca de todos los animales, vertebrados e invertebrados. Es probable que en otras regiones las cifras sean las mismas o muy próximas, al menos en las sabanas, los desiertos e, incluso, en los bosques templados. Las hormigas mueven un volumen de tierra mayor que el que desplazan las lombrices y son las principales predadoras y carroñeras de pequeños animales en la mayoría de los hábitats. Cabe dudar de que la huma-

* En inglés, *ninja ant*. [N. de la T.]



En el Amazonas brasileño, y probablemente en muchos otros hábitats, la biomasa de las hormigas cuadruplica la masa total de todos los vertebrados terrestres (mamíferos, aves, reptiles y anfibios). (Dibujo de Katherine Brown-Wing, en E. O. Wilson, *Success and dominance en ecosystems*, Oldendorf/Luhe, Alemania, Ecology Institute, 1990, p. 5.)

nidad pueda sobrevivir en su ausencia, aun cuando sobrevivan otros insectos. Es más probable que los seres humanos las transporten de un lugar a otro por su soberanía ecológica. Es más, en una u otra parte del mundo (especialmente en la región sudeste de los Estados Unidos), por cada especie dañina, hay por lo menos diez especies extranjeras instaladas que no son plaga... al menos, no todavía.

La historia de las hormigas es un profético reflejo de lo que ocurre con el resto de los seres vivientes en el

planeta. A medida que la globalización aumenta, y con ella el comercio y los viajes internacionales, también crece la tasa de diseminación de especies extranjeras como resultado de la actividad humana. Todos los países son huéspedes en buena medida inconscientes de una ola cada vez mayor de especies extranjeras. El número de especies vegetales, animales y de microorganismos inmigrantes que figuraba en los informes de 1993 del gobierno federal estadounidense era de 4.500, sobre un total de 200.000 especies nativas conocidas. No obstante, esa cifra subestima la cantidad de especies extranjeras, cuyo número podría ascender fácilmente a decenas de miles si sumáramos las raras y aún ocultas especies de pequeños invertebrados y microbios. En Hawai, que es el estado de la Unión que ha sufrido más transformaciones biológicas, la mayoría de las aves terrestres y casi la mitad de las especies vegetales provienen del extranjero.

A lo largo de su historia, los Estados Unidos han sufrido diversas invasiones de especies extranjeras. Cuando se incluyen en esa lista las plagas agrícolas y los agentes patógenos exóticos, el costo anual total de esas invasiones asciende a cientos de miles de millones de dólares. Los perjuicios son de diversos tipos. Por ejemplo, un hongo asiático arrasó con el castaño de América del Norte, árbol que predominaba en los bosques del este de los Estados Unidos a principios del

siglo xx. Los mejillones cebra provenientes del Mar Negro o del Mar Caspio se propagaron desde su lugar de arribo a América, los Grandes Lagos, y ahora obstruyen las válvulas de admisión de las empresas de servicios eléctricos y alteran los ecosistemas de agua dulce. Pero la especie que me da peores escalofríos es la culebra arbórea parda, oriunda del Pacífico sudoccidental. Llegó a Guam después de la Segunda Guerra Mundial y unos pocos decenios más tarde ya había arrasado con diez de las especies nativas de aves, tres de las cuales que no existían en ninguna otra parte del mundo. Como si eso fuera poco, esas culebras también son ponzoñosas, alcanzan los tres metros de largo y, de vez en cuando, entran a las casas.

Esos invasores son sólo una parte de la vanguardia. Entre otras especies inmigrantes que hoy viven apaciblemente en los Estados Unidos, podemos citar a los mosquitos tigre, las termitas de Formosa ("las termitas que se comen a Nueva Orleans"), los peces cabeza de serpiente,* que brincan en nuestras lagunas, las plantas del género *Miconia* –llamadas el "cáncer verde" de árboles y arbustos– y los insectos de la familia *Adelgidae*, homópteros parecidos a los áfidos que atacaban originariamente el bálsamo Perú y han destruido gran parte

* Cualquiera de los diversos peces de la familia *Channidae*, notables por su capacidad para respirar aire. [N. de la T.]

de los bosques de abetos de los Apalaches. Me he dado el perverso placer de reunir en una sola frase reveladora los títulos de cinco libros recientes (y muy buenos) que describen los efectos de las especies invasoras: los "invasores alienígenas" son una forma de "contaminación biológica"; como los "extraños en el Paraíso" y la "vida sin límites" se han transformado en los "repudiados por todos".*

En todo el mundo, las especies invasoras son la segunda causa de extinción de especies nativas, sólo superadas en su destructividad por la actividad humana. Desde una perspectiva de largo plazo, están modificando la calidad biológica del planeta. Como hemos tenido escaso éxito para contrarrestarlas, en la mayoría de los casos no nos queda otra opción que esperar que desaparezcan, como hicieron los habitantes de las Antillas con la hormiga de fuego y su presunto simbionte. Transcurrido un tiempo suficiente, la mayoría de esas especies se aviene a convivir con lo que queda de los ecosistemas que han afectado.

No están claras las razones por las cuales las poblaciones invasoras pierden su virulencia. Probablemente sea por obra conjunta del gran incremento poblacio-

* Los títulos originales en inglés son: *Alien invaders*, *Biological pollution*, *Strangers in Paradise*, *Life out of bounds* y *America's least wanted*. [N. de la T.]

nal y de la eficacia de parásitos, predadores y especies competidoras. ¿Cuánto tiempo lleva ese proceso? Los cronistas de las Antillas no consignaron ese dato, pero aparentemente transcurrieron varios años o varios decenios antes de que el número de hormigas invasoras volviera a un nivel casi normal al menos. Al cabo de sesenta años, la población de hormigas rojas de fuego importadas de América del Sur parece haberse reducido en el sur de los Estados Unidos: en este caso los ingentes esfuerzos realizados han tenido por lo menos éxito local.

Desde una perspectiva de largo plazo, la creciente ola de invasores tiene el efecto insidioso de homogeneizar los ecosistemas terrestres. A medida que las especies nativas retroceden, desaparecen y son sustituidas por especies competidoras extranjeras, la biodiversidad del planeta decrece, y con ella se debilitan las diferencias entre las formas vivas de distintos lugares. El ave cuya cabeza rojo-anaranjada brilla como un fogonazo en la para él ajena pluviselva de Oahu es la misma que el lector puede ver en el sur de Florida y en su hábitat original del Brasil. La hermosa salicaria que adorna las zonas pantanosas de América del Norte, donde expulsa a otras plantas nativas, es la misma especie que, partiendo de Europa, llegó hasta el Japón y puede verse también hoy en Etiopía, Australia y Nueva Zelanda.

El hecho de que la biosfera se vuelva homogénea es un fenómeno triste y costoso para nuestra especie, y lo será cada vez más. Si hemos de detenerlo, tenemos que saber más sobre ese precioso recurso natural que es la biodiversidad y lo que ocurre con él en este momento. Pensemos por un instante en las consecuencias para el resto de los seres vivientes y para nosotros mismos de lo que nosotros y los otros alienígenas hacemos.

6
Dos animales espléndidos

No hay palabras ni obra artística alguna que puedan reflejar la complejidad del mundo viviente tal como los biólogos han llegado a concebirlo. Si decimos que algo incomprensible para nosotros es un milagro, entonces todas las especies tienen algo de milagro. En virtud de las difíciles condiciones que terminaron por generarlos, todos los organismos son únicos y refractarios a mostrar los rasgos que los caracterizan.

Para subrayar esta cuestión fundamental, voy a hablar de dos especies que considero de apasionante interés.

EL GLOTÓN

Nunca vi un glotón silvestre y abrigo la esperanza de no enfrentarme con ninguno. Se trata de un mamífero

similar a la comadreja que habita los bosques septentrionales y se ha hecho famoso porque es muy huidizo y demuestra gran ferocidad y astucia. Tiene un cuerpo macizo de unos 90-120 centímetros de largo y pesa entre 10 y 20 kilogramos, de modo que, entre los predadores del escalón más alto de la cadena trófica, es uno de los más pequeños de la Tierra. Se alimenta de animales de diverso tamaño, desde ratas hasta venados. Cuando hay una presa caída, puede acosar a pumas y a jaurías enteras de lobos hasta alejarlos de ella y consigue arrastrar cuerpos que pesan tres veces más que él. Está cubierto por una piel negra y espesa, pero nadie lo querría como animal doméstico. Provisto de agudos dientes y zarpas retráctiles como todos los predadores, parece un oso en miniatura. Se desplaza con las plantas de las patas apoyadas en el suelo y se mantiene agazapado, de modo que parece presto para saltar y atacar. En 1908, el naturalista estadounidense Ernest Thompson Seton describió la especie en estos términos:

> Imaginen una comadreja –cosa que podemos hacer casi todos porque son muy pocos los que no se han topado alguna vez con ese demonio destructivo, ese diminuto átomo de coraje y ferocidad, ese símbolo incansable e insomne de actividad carnicera–; piensen en su menuda furia demoníaca y multiplíquenla

por cincuenta: entonces tendrán en mente algo parecido al glotón.

En inglés se lo conoce también por otros nombres vulgares, como *devil bear* (oso diablo), *skunk bear* (oso zorrino), *carcajou* y *glutton,* pero incluso su brutal nombre científico, *Gulo gulo*, indica el abismo que separa al glotón de la humanidad. Es muy difícil, además, localizarlo en su ambiente silvestre pues los individuos de esta especie son de hábito solitario y se muestran sumamente huidizos frente al hombre. Se desplazan a lo largo de enormes distancias, de modo que están un día en un lugar y al siguiente en otro muy distinto, si es que no han desaparecido totalmente.



Ejemplar de glotón. (Ilustración tomada de *A field guide to mammals of Britain and Europe*, de F. H. van den Brink, ilustraciones de Paul Parruel, Boston, Houghton Mifflin, 1968.)

Pero la ferocidad no es el motivo que me induce a evitar al glotón. Opino que el *Gulo gulo* es la encarnación viva de lo salvaje y sé que habrá en la Tierra lugares no hollados por el hombre mientras los glotones deambulen por ellos. Confío en que consigan sobrevivir en los últimos bosques subárticos de América del Norte o Eurasia, en sitios recónditos casi inaccesibles para el hombre, se traslade éste a pie o en vehículo. Los biólogos que estudian la vida silvestre deben conocer el estado general de la especie para salvarla, pero espero que queden siempre zonas remotas de su hábitat adonde no puedan llegar los cazadores con sus trampas ni los científicos. ¡Ruego que parte de la vida de los glotones siga siendo un misterio!

Cierto día en que me hallaba de visita en la Universidad de Montana, en Missoula, un profesor de biología me contó una historia de ésas que me encanta escuchar. Según dijo, un vecino suyo había colocado trampas fotográficas en el fondo de su casa, que estaba muy cerca de la Reserva Silvestre Rattlesnake, que se extiende a lo largo del corredor boscoso de las Rocallosas septentrionales. Las trampas fotográficas son cámaras que toman fotografías de los animales cuando éstos tocan un cable disparador o cruzan un haz electrónico y resultan muy útiles para captar imágenes de animales nocturnos huraños y poco comunes que nadie podría ver de otra manera. Entre las imá-

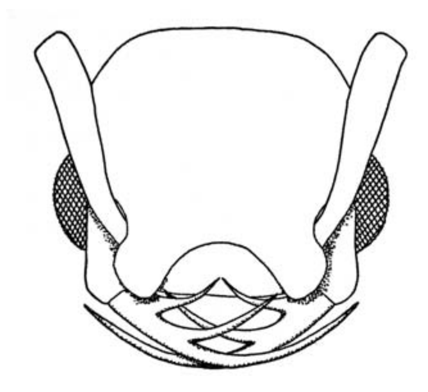
genes tomadas pocas noches antes, agregó mi vecino, ¡había un glotón! Se sabe que algunos ejemplares se alejan de sus refugios del norte de Canadá y se aventuran al sur del paralelo 48, pero las probabilidades de verlos son mínimas, aunque a uno se le acelere el pulso ante la mera noticia de que existen y que pueden hacernos una breve visita a escondidas.

Este incidente es un buen ejemplo de lo que hemos dado en llamar el efecto "oso pardo" de la ética ambientalista: puede ser que ninguno de nosotros siquiera divise personalmente ciertos animales raros en la actualidad –me vienen a la mente los lobos, los pájaros carpinteros reales, los osos panda, los gorilas, los calamares gigantes, los tiburones blancos y los osos pardos–, pero los necesitamos como símbolos. Pregonan que el mundo es un misterio; son joyas que adornan la corona de la Creación. El mero hecho de saber que están vivos y gozan de buena salud es fundamental para el espíritu, para la integridad de nuestra vida. Si ellos están vivos, la naturaleza también lo está. Nuestro mundo, entonces, está a salvo y todos podremos disfrutar de él. Imaginemos por un instante la impresión que nos causaría leer este titular en un diario: "DIERON MUERTE AL ÚLTIMO TIGRE. SE DICE QUE LA ESPECIE ESTÁ TOTALMENTE EXTINGUIDA".

LA HORMIGA HORQUILLA*

Así veo yo las especies vivientes: como obras maestras, verdaderas leyendas. Espero vivir lo suficiente para que el efecto "oso pardo" abarque también a unas pocas criaturas diminutas. Debo decir que esta amena manera de ver las cosas es un gusto adquirido, aunque tiene su costado emotivo. Mis candidatas predilectas para incorporarse a la lista son las hormigas del género *Thaumatomyrmex*, cuyo nombre científico, proveniente del griego, significa "hormiga maravillosa". Este género comprende una decena de especies distribuidas en distintas regiones tropicales del Nuevo Mundo. Son las hormigas más raras del mundo, o casi las más raras. En toda mi carrera, en el curso de reiterados viajes a lugares donde se pueden hallar hormigas de este género, sólo pude recoger dos especímenes. Cuando alguien atrapa un individuo –o, mucho menos frecuente aun, una colonia entera– de esa especie, se puede hablar de un verdadero acontecimiento en el mundillo de los entomólogos especializados en hormigas, que no son muchos, debo reconocer.

* El autor usa el nombre vulgar en inglés "pitchfork ant" (hormiga horquilla), que se aplica a las diversas especies del género *Thaumatomyrmex*. [N. de la T.]



Cabeza de *Thaumatomyrmex paludis*, que habita la Isla Tórtula en Venezuela. (Ilustración tomada de Neal Weber, "The Genus *Thaumatomyrmex* Mayr with description of a Venezuelan species [Hym.: Formicidae]", *Boletín de Entomología Venezolana* 1, Nº 3, 1942, pp. 65-71.)

Las hormigas del género *Thaumatomyrmex* no son prototípicas, no se parecen a las que todos conocemos, que van y vienen del nido por los senderos que trazan con su olor en bosques y campos. Las colonias de *Thaumatomyrmex* no son numerosas: tienen diez o veinte miembros a lo sumo, que se esconden en nidos naturales en el interior de trozos de madera en putrefacción o en el suelo de los bosques tropicales. Las acopiadoras salen del nido y buscan alimento solas. No siguen rastros ni senderos y llevan su presa al nido sin ayuda de sus compañeras.

No obstante, la fama de las hormigas *Thaumatomyrmex* entre los especialistas no se debe a su escasez sino a su extraña anatomía, pues su cabeza no se parece a la de ninguna otra hormiga conocida: es corta, cóncava en la parte frontal y presenta dos enormes mandíbulas de tal longitud que, cuando están cerradas, el par más largo se curva alrededor del lado opuesto de la cabeza y emerge por detrás de su borde posterior. ¿Qué función desempeñan esos extraños instrumentos? He ahí una pregunta interesante. Los mirmecólogos han estudiado muchas hormigas de mandíbulas estrafalarias y han llegado a la conclusión de que sus características siempre cumplen una función muy especializada. Las hormigas soldado emplean sus mandíbulas en forma de hoz para el combate: perforan la piel de sus enemigos con la afilada punta de esas armas. Las hormigas amazónicas del género *Polyergus* tienen mandíbulas en forma de sable que les sirven para matar a los individuos que se les oponen cuando hacen incursiones para tomar esclavas. En varios otros géneros, las hormigas atrapan sus presas por medio de mandíbulas prolongadas que se cierran de golpe como una trampa. Con respecto a una de esas especies por lo menos, se puede decir que los dientes serían más veloces que una bala si el insecto tuviera el tamaño de un ser humano. En proporción al tamaño, ese movimiento es el más rápido que se conoce en el reino animal.

Así y todo, las mandíbulas de las *Thaumatomyrmex* no se parecen a ninguna de las descritas hasta aquí. ¿Para qué sirven? Tratando de averiguarlo, pasé una vez cuatro días recorriendo un bosque aluvial costarricense, donde otro entomólogo había hallado especímenes de ese género. Para mi frustración, no encontré una sola obrera. Decidí entonces publicar un aviso en *Notes From Underground,* boletín de los mirmecólogos. Hay varias cosas que querría saber –decía allí– antes de volar a la Gran Selva Pluvial que me aguarda en el Cielo. Uno de los misterios que debo resolver para la paz de mi espíritu es qué hacen las *Thaumatomyrmex* con sus mandíbulas en forma de horquilla.

Mi pedido tuvo respuesta. No hay nada más placentero para los científicos jóvenes que poner en evidencia a los más viejos. No mucho después de que publicara mi aviso, dos (jóvenes) entomólogos brasileños descubrieron una *Thaumatomyrmex* que transportaba una presa y pudieron seguir sus pasos hasta el propio nido. He aquí lo que descubrieron, confirmado después por un entomólogo alemán que trabajaba en una localidad amazónica. Las hormigas del género *Thaumatomyrmex* son predadoras especializadas en los ciempiés del orden *Polyxenida*. La mayor parte de los miriápodos, conocidos vulgarmente como "ciempiés", están cubiertos por duras placas de quitina que los protegen del ataque de las hormigas y otras espe-

cies enemigas. Pero los del orden *Polyxenida* tienen una piel blanda y están protegidos, en cambio, por una especie de camisa de largas púas; son los puercoespines del mundo de los ciempiés. Pues bien, las hormigas recolectoras o acopiadoras del género *Thaumatomyrmex* son cazadoras de puercoespines: deslizan los dientes de la horquilla que forman sus mandíbulas entre las púas de su presa, perforan su cuerpo y la llevan a casa. Una vez allí, raspan las púas con unos cepillos especiales que tienen en las patas anteriores, como granjeros que despluman pollos. Terminados los preparativos, dividen el cuerpo y comparten los trozos con sus compañeras.

CONCLUSIÓN

Naturalistas aficionados y profesionales por igual pueden hallar innumerables motivos de asombro como los que nos deparan los glotones y las hormigas *Thaumatomyrmex*. Pueden ser detalles menudos o hechos que modifican paradigmas enteros y abarcan distintos organismos, desde las bacterias hasta las ballenas, y desde las algas hasta las secuoyas. Para los que aman la aventura y las dificultades que plantea el mundo real con todo su cuerpo y su espíritu, la naturaleza

es el Paraíso Terrenal. Sea que uno crea que fue producto de un único acto de Dios o que uno admita las pruebas científicas de su evolución autónoma durante miles de millones de años, aparte del razonamiento, la Creación es la herencia más preciosa que tiene la humanidad.

7
La naturaleza silvestre y la naturaleza humana

Nuestra relación con la naturaleza es algo primario. Las emociones que ella nos suscita nacieron durante la olvidada prehistoria de la humanidad y son, por consiguiente, muy profundas y recónditas. Como las experiencias infantiles que se borran de la memoria consciente, las sentimos pero muy pocas veces podemos expresarlas con claridad. Los poetas, cima de la capacidad de expresión humana, intentan hacerlo. Saben que bajo la superficie de nuestra conciencia alienta algo que vale la pena conservar, algo que tiene que ver con la espiritualidad que usted y yo, Reverendo, tanto estimamos.

Ha nacido así un tipo de literatura diferente y con ella una voluntad de conservación de la naturaleza. George Catlin, que fue el primero en describir a los aborígenes de América del Norte, expresó con elocuencia el ímpetu de la Creación en sus notas de 1860:

> Buena parte de lo agreste y lo montaraz en la obra de la naturaleza está condenado a desaparecer ante

> el hacha mortífera y las devastadoras manos del hombre que cultiva. Así, entre las huestes de lo *viviente*, de las bestias y de los hombres, hallamos a menudo nobles estampas o hermosos colores que suscitan nuestra admiración, de suerte que, aun arrastrados por la marcha arrolladora de los adelantos y los refinamientos de la civilización, saboreamos su existencia y ponemos empeño en preservarlos con su primitiva rusticidad.

La atracción gravitatoria que ejerce la naturaleza sobre la psiquis humana puede expresarse con una única palabra, más moderna, *biofilia,* que definí en 1984 como la tendencia innata a proteger la vida y sus procesos. En todas partes, desde la infancia hasta la vejez, la gente se siente atraída por otras especies y estima la perpetua novedad y la diversidad que la vida exhibe. En la actualidad la palabra "extraterrestre" resume en última instancia innumerables imágenes de vida aún desconocida y ha reemplazado el otrora sugestivo término de "exótico", que atraía a los viajeros a islas sin nombre y junglas remotas. Explorar la vida y vincularse con ella, transformar a las criaturas vivientes en metáforas plenas de emoción e instalarlas en la mitología y la religión: he ahí rasgos fácilmente reconocibles de una evolución cultural biofílica. El vínculo con las otras criaturas tiene una consecuencia moral:

cuanto más comprendemos otras formas de vida, tanto más expandimos nuestro saber para incluir esa vasta diversidad, tanto más las valoramos y nos valoramos a nosotros mismos.

Han surgido dos nuevas disciplinas académicas para encarar de manera sistemática la biofilia y la conservación. La psicología ambiental abarca todas las facetas de la relación entre el desarrollo mental humano y el medio ambiente. Por su parte, la psicología de la conservación aborda los múltiples aspectos de la biofilia con el objeto de definir los más eficaces procedimientos de conservación de los ambientes y las especies naturales.

En el proceso de desarrollo mental de los seres humanos confluyen la percepción de la naturaleza viviente y la naturaleza humana, así como la ciencia y la experiencia religiosa. Nuestro vínculo con las restantes formas de vida, el amor, el arte, los mitos y la destructividad que impregnan la cultura y provienen de esa relación, son producto de la interacción del instinto y el ambiente. A la parte instintiva la llamamos naturaleza humana.

Entonces, ¿qué es, con precisión, la naturaleza humana? Éste es uno de los grandes interrogantes de la ciencia y la filosofía. No son los genes los que determinan la naturaleza humana, ni los elementos culturales universales, como el tabú del incesto, los ritos de

iniciación y los mitos de la creación. Pero todo ello es producto de la naturaleza humana, la cual, más bien, está constituida por las reglas hereditarias de desarrollo mental. Esas reglas se expresan en los caminos moleculares que generan células y tejidos, especialmente los pertenecientes al sistema nervioso y de los sentidos. Pero las reglas también están inscritas en las células y los tejidos que dan origen a la mente y el comportamiento. Se manifiestan en la manera sesgada en que nuestros sentidos perciben el mundo; se hacen presentes como propiedades del lenguaje y de la codificación simbólica que utilizamos para respresentarlo. No obstante, las leyes de desarrollo no son absolutas; dan lugar a opciones y determinan que algunas cosas sean más placenteras que otras: nos gusta la música pero el llanto de un bebé nos crispa.

El estudio de las reglas de desarrollo por parte de psicólogos y biólogos está aún en sus primeras etapas. Pero las pocas reglas que conocemos abarcan diversas categorías de comportamiento y de cultura. Tienen que ver con nuestra discriminación de los colores, acorde con la codificación innata de la recepción y la transmisión celular en la retina. Orientan nuestra respuesta estética frente a lo que vemos conforme a su forma abstracta elemental y el grado de complejidad.

En un ámbito totalmente distinto, las reglas de desarrollo determinan nuestra disposición para adquirir



En la mayoría de las culturas se expresa el poder de las serpientes y el terror que inspiran. En esta imagen andina, aparece un personaje con rasgos de serpiente y de gato, probablemente el héroe mochica Ai Apaec. (Ilustración tomada de Balaji Mundkur, *The cult of the serpent*, Albany, State University of New York Press, 1983, p. 129.)

aversiones y fobias. Desarrollamos temor más rápidamente frente a objetos que fueron peligrosos para los hombres prehistóricos, como las serpientes, las arañas, las alturas, los espacios cerrados. A menudo, una única experiencia obra como disparador para generar una aversión profunda. Puede ocurrir que un objeto que se retuerce en el piso nos sobresalte, y eso sólo basta para dejar una impresión de temor a las serpientes en la mente. Por alguna razón, no fui presa de esa fobia en particular. De hecho siempre disfruté de atrapar serpientes y tocarlas, afición que me viene de la infancia, de mis tiempos de naturalista precoz. Por otro lado, tengo una leve pero persistente aracnofobia que sur-

gió cuando quedé enredado en la tela de una araña tejedora cuando tenía 8 años. Me gusta explorar cuevas –no siento claustrofobia– pero, como fui anestesiado con torpeza en el curso de una operación que tuve cuando niño, me estremezco ante el mero pensamiento de que me tapen la cara si tengo los brazos atados. En términos generales, soy normal: cada persona tiene alguna aversión arcaica que se despertó con una experiencia desagradable. Son muy pocos los que carecen de ellas totalmente.

En franco contraste con la sensibilidad innata ante peligros arcaicos, no somos tan proclives a tener miedo de cuchillos, revólveres, automóviles, tomacorrientes y otros objetos peligrosos de la vida cotidiana moderna. Los hombres de ciencia creen que esta diferencia de actitud se debe a que no hubo tiempo suficiente para que la especie desarrollara una reacción integrada al cerebro frente esos peligros nuevos.

¿Qué podemos decir de la biofilia? Tenemos un buen ejemplo de ella en el paisaje. Se ha descubierto que, cuando se les ofrece la posibilidad de elegir el emplazamiento de su casa o de su lugar de trabajo, seres humanos de culturas muy diferentes, oriundos de América del Norte, Europa, Asia y África, prefieren un entorno que combine tres características: quieren vivir a cierta altura que les permita mirar hacia abajo y a lo lejos, contemplar un parque con árboles

dispersos y bosquecillos, más parecido a una sabana que a un pastizal o un bosque cerrado, y quieren estar cerca del agua –de un lago, de un río o del mar–. Aun cuando todos esos elementos sean puramente estéticos y no cumplan función alguna, como sucede con las casas de veraneo, la gente que tiene medios suficientes paga un alto precio para vivir en lugares de esas características.

Más aun. Los individuos estudiados prefieren que su vivienda sea un refugio y que haya detrás de ella una pared, una roca o algo sólido. Quieren además que frente a ese refugio haya un terreno fértil y que deambulen por los alrededores algunos animales, sean éstos silvestre o domésticos. Por último, prefieren los árboles de ramas horizontales bajas y hojas lobuladas. Probablemente no sea mera coincidencia que alguna gente, entre la que me cuento, considere que el arce japonés es el árbol más hermoso.

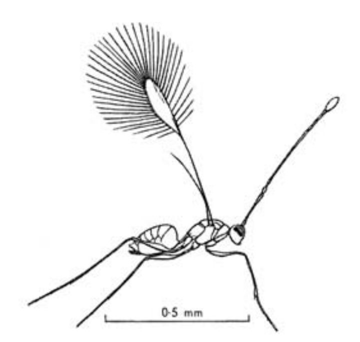
Estos caprichos de la naturaleza humana no prueban la hipótesis de que la especie humana evolucionó en las sabanas pero, al menos, no la contradicen. Hay muchas pruebas fósiles que respaldan la idea de que los seres humanos eligen aún hoy hábitats similares a aquellos en los que se desenvolvió la especie en África durante los millones de años de la prehistoria.

Nuestros lejanos antepasados querían ocultarse en bosquecillos que dieran sobre la sabana o sobre bos-

ques de transición y que les permitieran acechar a las presas, hallar animales caídos para alimentarse y encontrar plantas comestibles, pero que también les permitieran evitar a sus enemigos. Cualquier vía de agua en las cercanías servía de límite territorial y fuente de alimentos adicional. Por lo general, la gente tiene plena conciencia de sus preferencias innatas pero ha reflexionado poco o nada sobre su origen y la razón por la cual otras personas sienten de igual manera. En cierta ocasión, fui a cenar a casa del finado Gerard Piel, distinguido escritor, editor y fundador de la revista *Scientific American.* Tengo la certeza de que era reacio a aceptar la idea de una naturaleza humana determinada genéticamente, de modo que me causó gran placer asomarme con él al balcón del lujoso ático en el que vivía, adornado con distintos arbustos que crecían en tiestos y contemplar desde allí, desde una altura de doce pisos, el bosque, la sabana y el lago del *Central Park*. Me imagino que esa vista aumentaba enormemente el valor comercial del departamento... gracias a las inclinaciones que heredamos de nuestros antepasados africanos.

¿Es acaso tan extraño que perdure entre los instintos humanos por lo menos un vestigio de nuestras antiguas inclinaciones para seleccionar el hábitat? La búsqueda sistemática del ambiente más conveniente es un rasgo universal de las especies animales por una razón

decisiva: es algo imperativo para la supervivencia y la reproducción. Como soy entomólogo, mi ejemplo predilecto es el comportamiento de las diminutas avispas de la familia *Mymaridae* que parasitan los huevos de los escarabajos de agua. Después de revolotear, cuando ha hallado los lugares convenientes para copular, la hembra comienza a buscar una presa. Se posa sobre la superficie de una vía acuática que pueda albergar sus huevos. Su diminuto cuerpo está sostenido por la tensión superficial. Como es demasiado liviana para zambullirse, cava con su patas en la película formada por la tensión superficial y nada hacia abajo, utilizando las alas como remos. Cuando llega al fondo,



Avispa de la familia *Mymaridae*. (Cortesía de CSIRO, Department of Entomology. Ilustración tomada de E. F. Riek, "Hymenoptera", en *The insects of Australia*, Melbourne, University of Melbourne Press, 1970, p. 916.)

busca huevos de escarabajos acuáticos, en los que inyecta sus propios huevos. Todo esta actividad está guiada por un cerebro que no es más grande que un punto trazado con un lápiz fino.

Volviendo al *Homo sapiens,* sería por demás sorprendente descubrir que todas las reglas de aprendizaje vinculadas con nuestro mundo ancestral hubieran desaparecido en unos pocos miles de años. El cerebro humano no es, y nunca fue, una *tabula rasa*.

Puesto que el mundo natural está aún inscrito en nuestros genes y es imposible borrarlo, deberíamos ver sus efectos no sólo en nuestras preferencias con respecto al hábitat sino en otros aspectos de nuestro bienestar físico y mental. Tanto es así, que los psicólogos han descubierto que la simple contemplación de ambientes naturales, de parques y sabanas en particular, alivia los temores y la ira, y genera una sensación general de tranquilidad. Un estudio realizado con pacientes posquirúrgicos demostró que los que podían contemplar árboles, se recuperaban más rápido y necesitaban menos medicamentos para atenuar el dolor y la ansiedad que otros pacientes sometidos a idéntico tratamiento que sólo podían ver muros de edificios. Análogamente, los presos que ocupan celdas con vista al campo presentan una tasa de enfermedad menor que los que están confinados en iguales condiciones pero con vista al patio de la prisión. Lo mismo sucede con

los empleados de oficina, que manifiestan menor estrés y mayor satisfacción con su trabajo cuando las ventanas dan a un ambiente natural.

Confirmando aun más la elección del hábitat por parte de los seres humanos, en el consultorio del dentista, los pacientes que podían ver un escenario natural tenían menos presión arterial y menor nivel de ansiedad. Por otra parte, los pacientes internados en instituciones psiquiátricas a quienes se les presentaban distintos tipos de pinturas murales respondieron más favorablemente a las que representaban un ambiente natural. Según los registros, a lo largo de quince años, todos los pacientes que atacaron los frescos intentaron destruir las pinturas abstractas; ninguno de ellos embistió contra representaciones realistas de la naturaleza. (Digo esto con todo el respeto que me merecen los pintores abstractos: no es una crítica; sé perfectamente que muy a menudo el objetivo de su arte nada tiene que ver con la paz.)

Aunque estas heterogéneas pruebas y otras de importancia similar que se han aducido son sólo fragmentarias, nos indican que buena parte de la naturaleza humana quedó codificada en los genes durante los largos períodos en que nuestra especie vivió en íntimo contacto con el resto del mundo viviente. En la mayoría de los países, la gente no tiene demasiado en cuenta ese vínculo. Han empujado al resto de los seres vivien-

tes hacia los márgenes y su degradación no está entre sus principales preocupaciones. No obstante, creo que a medida que avance el estudio de la naturaleza humana y de la naturaleza viviente en general, esas dos vertientes creativas confluirán en una única imagen de nosotros mismos. El eje de la ética cambiará de rumbo y daremos un giro de ciento ochenta grados que nos permitirá apreciar toda la vida, no sólo la nuestra.

II
Decadencia y redención

Cegada por la ignorancia e interesada exclusivamente en sí misma, la humanidad está destruyendo la Creación. Hay tiempo todavía para asumir nuestras obligaciones hacia el mundo natural, que son también obligaciones con las generaciones del futuro.

8
El empobrecimiento de la tierra

Reverendo, habrá oído decir con frecuencia que, según los indicios fósiles y los mejores cálculos de los hombres de ciencia, el último dinosaurio desapareció súbitamente de la Tierra hace 65 millones de años. La extinción de esos animales fue parte de una catástrofe digna de figurar en el Libro del Apocalipsis. Después de incendiarse al ingresar a la atmósfera, un gigantesco meteorito se estrelló contra la superficie terrestre cerca de la actual península de Yucatán, en México. El impacto causó descomunales maremotos en las cosas vecinas y arrojó inmensas nubes de polvo a la atmósfera. La corteza terrestre vibró como una campana y se desencadenaron erupciones volcánicas en todo el mundo. El material lanzado al aire oscureció el cielo y alteró el clima de todo el planeta. La combinación de todos esos fenómenos tornó inhabitables las tierras y los mares para la mayoría de las especies vegetales y animales. Los hombres de ciencia han determinado que ese cataclismo ocurrió a fines del período mesozoico,

que fue la era de los reptiles, y principios del cenozoico, era de los mamíferos.

La extinción de tantas especies a fines del período mesozoico no fue el primer cataclismo de esa magnitud: durante los cuatrocientos millones de años previos, hubo en la historia terrestre cinco convulsiones de gran envergadura y muchos episodios menores, pero esos cinco cataclismos determinaron qué curso habría de seguir la vida en la Tierra.

Ha comenzado ahora otra catástrofe, la sexta, ocasionada esta vez por la actividad humana. Aunque no proviene de violentos sucesos cósmicos, puede ser tan



La mariposa con cola de golondrina descrita por Schaus, *Papilio aristodemus ponceanus*, raza en peligro de extinción que está limitada ahora a una única isla de los cayos de la Florida. (Ilustración tomada de Susan M. Wells *et al.* [eds.], *The IUCN Invertebrate Red Data Book*, Gland, Suiza, IUCN, 1984], p. 427.)

mortífera como las anteriores. Según estimaciones realizadas por un grupo de especialistas en 2004, a mitad del presente siglo sólo los cambios climáticos –si no se lucha por evitarlos– podrían ser la principal causa de extinción del 25% de las especies vegetales y animales.

La lista de especies desaparecidas ya es larga. Desde 1973, año en que el Congreso de los Estados Unidos aprobó la Ley de Protección a las Especies en Peligro, más de cien especies se han extinguido: el coquí dorado, rana arborícola de Puerto Rico; la mariposa azul de California, el gorjeador de Bachmann, una especie de ave migratoria del este de los Estados Unidos y tres especies de aves terrestres que existían solamente en Guam, entre ellas el vistoso cardenal melívoro. Los Estados Unidos encabezan la lista de los países que han perdido más especies de aves en los últimos veinticinco años, con cinco o siete especies extinguidas en ese lapso –siete si dos formas distintas se clasifican como especies diferentes, o cinco si se las clasifica como subespecies de distinta distribución geográfica–. El estado de la Unión donde se extinguieron más especies es Hawai –"capital de las extinciones"–, uno de los lugares donde la devastación biológica alcanza mayor intensidad. Hay muchos otros países que compiten con los Estados Unidos y probablemente lo superan si se consideran en conjunto especies vegetales y animales. Por ejemplo, se han extinguido 266 especies de peces de

agua dulce en la península de Malasia; han desaparecido quince de las dieciocho especies de peces que existían exclusivamente en el lago Lanao de las Filipinas y también cincuenta especies de peces cíclidos del Lago Victoria, en África.

La degradación de la biodiversidad terrestre es una consecuencia secundaria de múltiples factores, acentuados por la actividad humana. Podríamos resumirlos con la sigla HIPPO, en la que el orden de las letras corresponde al grado de destructividad del factor que se simboliza con ellas [expresado en inglés].

H = pérdida del hábitat [*Habitat loss*], incluida la causada por cambios climáticos resultantes de la actividad humana.

I = especies invasoras [*Invasive species*] (especies foráneas dañinas, incluidos los predadores, organismos que causan enfermedades y especies competidoras dominantes que desplazan a las autóctonas).

P = contaminación [*Pollution*]

P = superpoblación humana [*human over Population*], desencadenante de otros factores.

O = explotación excesiva [*Overharvesting*] (caza, pesca o recolección excesivas).

Cuando una especie declina rumbo a la extinción, por lo general hay sólo uno o dos factores responsables de

esa decadencia. Así, en el mar, la pesca excesiva con redes de profundidad (O) ha arrasado el hábitat (H) del fondo marino del cual dependen especies como el bacalao y el eglefino. Cuando la devastación del hábitat (H) reduce una especie de aves u otros animales en peligro a una única población pequeña, la especie se vuelve más vulnerable a las enfermedades y a las invasiones de predadores (I), a la contaminación (P) y a la explotación excesiva (O). Buena parte de la biología conservacionista está consagrada a desentrañar los factores dañinos para sopesar su importancia y combatirlos.

Hay una enorme diferencia en cuanto a pérdida de la biodiversidad entre las regiones templadas y las tropicales. En primer lugar, la biodiversidad de los trópicos excede enormemente la de las zonas templadas: como dije antes, más de la mitad de las especies vegetales y animales conocidas residen en las pluviselvas tropicales. En segundo lugar, el perfil de degradación también es distinto. En el curso de los últimos dos milenios hubo deforestación intensa primero en los países templados, pero después la deforestación se extendió a Medio Oriente y al Mediterráneo europeo, luego al norte de Asia y a América del Norte. Por último, en el siglo xx, la destrucción de bosques alcanzó las regiones tropicales.

En la actualidad, se puede observar una tenue regeneración de los bosques templados, especialmente en Europa y en América del Norte, que implica un incre-

mento conjunto de la cubierta forestal del 1% durante la década de 1990. Pero los bosques tropicales continúan en retirada, como lo indica la disminución del 7% de la cubierta forestal que sufrieron durante el mismo período. Entre 1970 y 2000, el tamaño de las poblaciones de las praderas templadas decreció en un 10%, pero las poblaciones de las praderas tropicales sufrieron enormemente más pues disminuyeron en un porcentaje escalofriante: el 80%.

Los ecosistemas de agua dulce están más acosados aun que los bosques y las praderas. Los seres humanos utilizan un cuarto del agua que se evapora hacia la atmósfera o que libera la transpiración de los vegetales; también consumen más de la mitad de la escorrentía de las cuencas de ríos y otros canales naturales. Lentamente, vamos agotando los acuíferos del mundo, desde al acuífero central de las grandes planicies norteamericanas hasta la cuenca del río Amarillo en China y el desierto irrigado de Arabia Saudita. Podría suceder que alrededor de 2025, 40% de la población mundial viva en países con escasez crónica de agua. Sobre el total de agua que hay en la Tierra, incluidos los mares, el agua dulce constituye sólo el 2,5%, e incluso ese bajísmo porcentaje está atrapado en su mayor parte en los casquetes polares.

No es de extrañar, entonces, que en los ecosistemas de agua dulce encontremos la tasa más alta de especies

en peligro por unidad de superficie. En esos ecosistemas radica una parte enorme de la biodiversidad terrestre pues ahí habitan, por ejemplo, 10.000 de las 25.000 especies conocidas de peces. Son muchos los sistemas fluviales que siguen el rumbo de los ríos de China: de los 50.000 kilómetros de vías de agua importantes, el 80% ya no puede albergar peces de ningún tipo. Podría suceder, también, que muchos lagos corrieran la suerte del Mar de Aral, en Asia Central, cuya superficie total se redujo a la mitad entre 1960 y 2000 por la extracción de agua de los ríos Amu Darya y Syr Darya. Su salinidad se ha quintuplicado y la industria pesquera desapareció. Uno de los efectos colaterales de esa catástrofe fue la extinción de 159 especies de aves y 38 especies de mamíferos que habitaban en los deltas de esos dos ríos.

Los arrecifes de coral de las aguas tropicales poco profundas, verdaderas "selvas" marinas de gran riqueza biológica, están reduciéndose en todas partes del mundo, afectados de diversa manera por el recalentamiento global y la contaminación, dinamitados para obtener pesca, divididos por canales artificiales o excavados para extraer materiales de construcción. Los arrecifes que rodeaban Jamaica y algunas otras islas del Caribe han desaparecido casi totalmente. Incluso la Gran Barrera de Arrecifes de Australia, la más grande y más protegida del mundo, se redujo en el 50% entre

1960 y 2000. En líneas generales, alrededor del 15% de los arrecifes de coral han desaparecido o bien se cree que están reduciéndose sin posibilidad de recuperación, y otro tercio podría perderse en el curso de los próximos treinta años si continúan las tendencias actuales.

Ni siquiera en alta mar la naturaleza está a salvo de la depredación humana. Algunos peces que ocupan un lugar alto en la cadena trófica y cuyo tamaño, por consiguiente, es grande, son los predilectos comercialmente. Tal es el caso del bacalao y el atún, cuya población se redujo radicalmente entre 1950 y 2000 por efecto de la sobreexplotación.

Si bien es posible medir con cierta certeza la destrucción de los ecosistemas por medio de sistemas de sensores remotos y sondas terrestres, aún es muy difícil estimar las tasas de extinción de especies. Se entiende por extinción la desaparición confirmada de los últimos individuos de la especie, dondequiera que se encontraran. Algunos animales, como las aves de cierta envergadura y los grandes mamíferos, en especial los más lentos y sabrosos, son más vulnerables que otros. Así, por ejemplo, ya no existen el ave elefante de Madagascar, ni las moas de Nueva Zelanda, que parecían avestruces, ni la gran mayoría de los mamíferos de América del Norte que pesaban más de diez kilogramos. Lo mismo se puede decir de algunos peces que

habitaban exclusivamente en una o dos vías de agua dulce. En cuanto a la mayor parte de los insectos y de otros organismos pequeños, son tan difíciles de localizar y seguir que no es posible hacer censos precisos. Con todo, aplicando varios métodos indirectos de análisis, los biólogos concuerda en general en que, en los ecosistemas terrestres y de agua dulce al menos, la tasa de extinción actual es aproximadamente cien veces mayor que antes de la aparición del *Homo sapiens*, hace unos 150.000 años. Ese factor de cien sólo indica un orden de magnitud o una estimación en una escala de potencias de diez. En otras palabras, la tasa de extinción probablemente sea hoy cincuenta o quinientas veces mayor que en los tiempos anteriores al hombre. Casi con seguridad, esa tasa aumentará y alcanzará un orden de magnitud de mil o diez mil si las especies que están en peligro en la actualidad desaparecen y se destruyen los últimos vestigios de algunos ecosistemas, lo que acarreará la desaparición total de las especies que son exclusivas de ellos.

Los biólogos especializados en conservación han prestado especial atención en los últimos tiempos a la difícil situación de 5.743 especies de anfibios, entre las que se cuentan las ranas, los sapos y las salamandras, además de la culebra ciega o cecilia, pequeño grupo de especies tropicales cuyos individuos parecen largas lombrices. Muchos especialistas opinan que el abrupto

descenso en el número de individuos de estas especies durante los tres últimos decenios augura una disminución similar de todas las especies vegetales y animales del mundo.

Los primeros indicios de la declinación de los anfibios se advirtieron casi simultáneamente en lugares muy distintos del planeta durante la década de 1980. En los diez años siguientes, se reconoció oficialmente que la tasa de extinción de ranas y sapos en particular entrañaba un problema ambiental de importancia, y se le dio un nombre: Fenómeno de Declinación de los Anfibios. En 2004, un equipo internacional de especialistas en anfibios presentó los resultados de un estudio desarrollado en los años inmediatos anteriores: 32,5% de las especies de anfibios del mundo entero aparecían allí clasificadas como especies en peligro de extinción, lo mismo que 12% de los reptiles, 23% de las aves y 23% de los mamíferos. Muchas especies han sido declaradas "en peligro crítico" en la Lista Roja de especies amenazadas elaborada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN). Se ha confirmado la extinción de 34 especies de anfibios (nueve de ellas extinguidas desde 1980) y se dice que otras 113 especies "se extinguieron posiblemente" en el mismo período. Con respecto a estas últimas, aunque no fue posible encontrar ningún espécimen, no se las considerará extinguidas formal-

mente hasta que no den resultado otras búsquedas más prolongadas.

Los anfibios de Haití constituyen un buen ejemplo de esta catástrofe biológica, a la que apenas puede aplicarse un nombre menos dramático. En este pequeño país del Caribe se han talado prácticamente todos los bosques, de los cuales sólo queda el 1% de la cubierta original; las aguas y los ríos están totalmente contaminados. En una tierra ensalzada otrora por su paisaje exuberante y por la riqueza de su fauna y su flora, 47 de las 51 especies conocidas de anfibios se hallan amenazadas. De ellas, 31 –es decir, dos tercios del total– se consideran en peligro crítico, o sea, próximas a su extinción total en el futuro inmediato. Diez recibieron el rótulo "en peligro" y otras cinco, "vulnerable".

El deterioro del hábitat y la contaminación son evidentemente las razones principales de la situación de la fauna haitiana. Las fuerzas letales que desata el hombre actúan individualmente o en combinación, pero siempre son el resultado involuntario de la actividad humana. El deterioro del hábitat es la razón fundamental de la declinación o extinción de anfibios en el oeste de los Estados Unidos, en España, África occidental e Indonesia. Sumada a los efectos limitantes de los cambios climáticos, la decadencia del hábitat es la causa principal de deterioro en los bosques húmedos de montaña de América Central y en los bosques de

la zona atlántica del Brasil. La diseminación de un hongo del orden Chytridiales fue otro elemento fatal en América Central y en la zona tropical del nordeste de Australia, mientras que la pesca excesiva de ranas fue el agente decisivo de deterioro del hábitat en la región continental del sudeste asiático.

Para resumir la situación en una única frase, la rana René* está enferma, al igual que el resto del mundo viviente, aunque la gravedad de la dolencia no sea la misma. ¿Seguirá sus pasos el *Homo sapiens*? Tal vez sí, tal vez no. Pero no cabe dudar de que somos el gran meteorito de estos tiempos ni de que hemos iniciado el sexto cataclismo de la historia fanerozoica. Estamos creando un ámbito menos estable e interesante para nuestros descendientes, que seguramente comprenderán la vida mejor que nosotros y la amarán más, pero no se sentirán inclinados a rendirnos homenaje.

* Famoso personaje de lo que se conoció en la Argentina como el *Show de los Muppets*, programa de televisión en el que se presentaban las marionetas de tela creadas por Jim Henson. [N. de la T.]

9
La negación y sus riesgos

Estimado Reverendo, lo que más temo es la omnipresente combinación de ideologías religiosas y seculares que no ven riesgo alguno en la destrucción de la Creación. Transcribo a continuación una alocución pronunciada por un iluminado que considera que la biodiversidad casi no tiene importancia y entiende que la humanidad recorre un camino ascendente que se aleja de la naturaleza en lugar de acercarse a ella. Esto es lo que ese individuo tiene para decir a quienes pretenden salvar la naturaleza silvestre:

> Hermanos y hermanas:
>
> No lloren por lo que pronto desaparecerá de la Tierra. La vida es cambio, y la extinción no siempre es mala. Honren en cambio a la humanidad como una nueva categoría de vida y alaben al planeta “devastado” como una nueva biosfera. Que todas las especies que impiden el progreso se esfumen. Aun cuando el mundo se empobrezca desde

el punto de vista biológico si fomentamos los intereses de la humanidad, nuestra especie no está en peligro. Cuando se agote un recurso, nuestro genio científico y tecnológico hallará otros.

Contemplemos el espacio, mis buenos hermanos. ¡Elevemos la mirada a los cielos! No pensemos que las faunas y las floras extinguidas son un legado amargo para las generaciones del futuro. Para recordar el pasado, podemos conservar algunos parques naturales, así como mantenemos los antiguos edificios históricos. Tal vez la bioingeniería nos permita incluso crear nuevos ecosistemas y poblarlos con especies construidas por nosotros. ¿Quién puede saber qué magníficas criaturas saldrán de nuestras manos? Serían obras de arte, cada vez más placenteras y útiles en distintos aspectos. Un medio ambiente protético de índole superior reemplazará al antiguo y más primitivo.

Por disposición quizá de la Divina Providencia, la tecnología del futuro nos permitirá florecer como nunca antes en un ambiente totalmente humanizado, un paraíso de factura nuestra. Tal es la trayectoria que tiene predestinada una especie avanzada e inteligente. Os digo, hermanos: ¡he ahí nuestro destino! En el futuro, los medicamentos se sintetizarán a partir de sustancias químicas almacenadas por nosotros; se generarán alimentos a partir de unas

> decenas de especies cultivables mejoradas genéticamente, y la atmósfera y el clima dependerán de fuentes de energía sostenible controladas por computadora. La vieja Tierra seguirá girando en el espacio como lo ha hecho durante miles de millones de años (o, si así lo prefieren, durante seis mil años). El planeta entero se transformará literalmente –no ya metafóricamente– en una nave espacial. Nuestras mentes más preclaras estarán ahí, en el puente de mando de esa nave que es la Tierra, leyendo los datos de los monitores, apretando botones, manteniéndonos a salvo.

Se trata de una filosofía que implica eximirse de responsabilidades y supone que la especial situación de la humanidad en la Tierra nos eleva por encima de las leyes naturales. Esa filosofía adopta dos formas distintas, de las cuales la primera, que acabamos de ver, es secular: no cambiemos el rumbo ahora; el genio humano resolverá las cosas. La segunda es religiosa: no cambiemos el rumbo ahora, estamos en manos de Dios, o de los dioses, o éste es el karma de la Tierra. Hay diversas variantes.

Los que la sustentan, animados por una frívola fe en el destino humano, se desentienden del resto de la vida mediante sucesivas negaciones. ¿Por qué preocuparse? La extinción es un hecho natural; distintas formas de

vida no han cesado de desaparecer a lo largo de miles de millones de años sin que la biosfera se alterara perceptiblemente. Nacen continuamente especies nuevas que las reemplazan.

Todo es verdad hasta aquí, aunque en lo dicho hay además un matiz terrible. A excepción del gigantesco meteorito y otros cataclismos que acontecieron cada cien millones de años más o menos, la Tierra nunca se vio sometida a nada parecido a la fuerza destructiva que tiene la humanidad en el presente. Puesto que la tasa de extinción de especies supera la tasa de aparición de otras nuevas por un factor cien que pronto se multiplicará por diez, y puesto que la tasa de aparición de especies nuevas desciende porque desaparecen los lugares donde puede producirse alguna evolución, el número total de especies cae en picada. No es probable que recuperemos el nivel original de biodiversidad en un lapso conmensurable con los tiempos humanos.

La segunda negación adopta la forma de una pregunta: al fin y al cabo, ¿por qué habríamos de necesitar tantas especies? ¿Por qué preocuparnos por ellas, cuando la gran mayoría son bichos, yuyos y hongos? Un intelectual religioso de esta misma orientación podría añadir que la inmensa mayoría de las criaturas descubiertas por la ciencia –las avispas parásitas de la familia *Encyrtidae*, los nematodos, los rotíferos, los gusanos marinos del grupo *Gnathostomulida*, los áca-

ros oribátidos, las arqueobacterias y muchas otras– ni siquiera figuran en las Sagradas Escrituras. Es fácil pasar por alto a todos estos bichos, olvidando que no hace más de un siglo, antes de que surgiera el movimiento conservacionista moderno, se eliminaban aves y mamíferos con idéntica despreocupación. En sólo cuarenta años, la población de palomas migratorias descendió de cientos de millones a cero. El hermoso periquito verde y carmesí de Carolina cesó de ser una plaga de las huertas y cayó en el olvido. El bisonte americano y su pariente europeo estuvieron a punto de extinguirse. En este momento, la población se está recuperando, pero sólo en parte. Hoy en día, la gente comprende lo que se perdió o estuvo a punto de perderse por obra de la avidez humana. A su tiempo, llegarán a valorar también a otras criaturas a las que aún no prestan atención.

Se difundirá entre todos la convicción a la que han arribado los biólogos: que estas formas de vida tan humildes a menudo acondicionan la Tierra para nosotros. Cada una de ellas es una obra maestra de la evolución, exquisitamente adaptada a los nichos ambientales que ocupa. Las especies que sobreviven a nuestro alrededor tienen miles de millones de años, y sus genes, puestos a prueba en cada generación en el crisol de la selección natural, son códigos en los que han quedado inscritos innumerables nacimientos e innumerables

muertes. Su desaparición por obra de la negligencia es una tragedia que acosará la memoria de los hombres eternamente.

Aun cuando se reconozca todo esto, surge la tercera negación: ¿por qué apresurarnos para preservar la biodiversidad *ya*? Hay cosas más importantes que hacer. Debemos dar prioridad al crecimiento económico, el empleo, la defensa militar, la expansión democrática, las luchas contra la pobreza, la medicina. ¿Por qué no recoger o reunir especímenes vivos de todas las



"Old Blue", última hembra sobreviviente de la especie de tordos de las Islas Chatham y progenitora de la especie recuperada. (Fotografía de Don Merton. Tomada de David Butler y Don Merton, *The black robin*, Nueva York, Oxford University Press, 1992, p. 149.)

especies, criarlos en zoológicos, acuarios y jardines botánicos para devolverlos después a la vida silvestre? Desde luego, semejante operación de rescate está a nuestro alcance como último recurso y, de hecho, ha permitido ya salvar algunas plantas y animales que estaban a punto de extinguirse. Son éxitos que merecen elogios y honores, de modo que me detendré a describirlos. El ejemplo más notable es el del tordo de las Islas Chatham, archipiélago situado al este de Nueva Zelanda. Alrededor de 1980, las ratas y los gatos salvajes traídos originariamente por los colonos habían reducido la otrora numerosa población de tordos a un único casal. Mantenidos en cautiverio, "Old Blue" y "Old Yellow" se aparearon y criaron pichones, cuyos descendientes se utilizaron más tarde para repoblar parte del hábitat original en dos islas del archipiélago. Ésa es la hazaña más notable de la historia de la conservación.

Hubo un segundo proyecto de rescate que consiguió evitar la desaparición del cernícalo de las Islas Mauricio, pequeño halcón de color leonado que habitaba exclusivamente en el mismo sitio del Océano Índico que alguna vez albergó al pájaro dodo, emblema mundial de las especies extintas. En 1974, la población silvestre de cernícalos se había reducido a cuatro individuos. Como ocurrió con los tordos de las Islas Chatham, mantenidos en cautiverio, esos cuatro ejemplares se

multiplicaron y sus descendientes vuelan sobre lo que queda de los bosques que bordeaban las cañadas de las Mauricio. Otra especie que resucitó como Lázaro es el cóndor de California, el ave de mayor envergadura de todas las especies voladoras de América del Norte. Para protegerlo, se hizo una cría en cautiverio y se lo devolvió a la vida silvestre en el Gran Cañón del Colorado. Lo mismo ocurrió con el bello ciervo del Padre David, cuya presencia sólo puede observarse hoy en zoológicos y parques silvestres porque los cazadores lo llevaron prácticamente a la extinción en los pantanales y los bosques del nordeste de China (pronto se reintroducirán ejemplares de la especie en su hábitat original). Otro tanto puede decirse del ánade de Laysan, oriundo del archipiélago de Hawai, cuyo plantel en cautiverio llegaba apenas a siete ejemplares y ahora asciende a quinientos ejemplares adultos. Otro ejemplo de recuperación es el de la grulla blanca americana, majestuosa ave de la zona central de América del Norte, cuya población se redujo a un plantel de catorce ejemplares adultos y se consideró extinguida en 1937, aunque ahora el plantel excede los doscientos ejemplares.

Otro caso reciente de "resucitación" que ya se ha hecho célebre es el del pájaro carpintero real o carpintero de pico de marfil, llamativa ave de gran tamaño que habitaba el sur de los Estados Unidos. Conocida



Carpintero real o de pico de marfil. (Ilustración tomada de James G. Greenway Jr., *Extinct and vanishing birds*, Nueva York, American Committee for International Wildlife Protection, 1958, p. 358.)

también en algunos lugares como "Lord God bird" [Ave Santo Dios] porque alguna gente que la veía por primera vez exclamaba "¡Santo Dios!, ¿qué es eso?", se consideró extinto en 1944, momento en que el último ejem-

plar conocido de la especie fue localizado en Luisiana, en una zona recién talada de las tierras de la compañía Singer de máquinas de coser. En los años que siguieron, los observadores de aves buscaron carpinteros reales en las dispersas zonas que quedaban de su hábitat predilecto: los bosques primarios de los esteros ribereños. De tanto en tanto, corrían rumores de que alguien había avistado algún ejemplar, pues la especie era un tema de conversación habitual entre los naturalistas, pero ninguno de ellos se confirmó. A medida que se esfumaban las esperanzas, el carpintero real se transformó en algo así como el Santo Grial de la ornitología: un ser legendario que sólo los maniáticos intentaban encontrar. Súbitamente, en la primavera de 2005, llegó una noticia electrizante: un año antes se había localizado un macho de la especie en los bosques de las llanuras aluviales de la Reserva Silvestre del Río Cache, en Arkansas, hecho verificado después por especialistas en otros ocho avistajes. En las fotografías procedentes de un video filmado en esas ocasiones, se pueden advertir claramente el penacho dentado rojo y sus características plumas primarias blancas. El número de ejemplares sobrevivientes debe de ser muy pequeño, dada la superficie de bosque primario necesaria para dar sustento a cada casal: entre 13 y 38 km^2. En óptimas condiciones, la reserva del río Cache podría dar sustento a una cantidad de casales comprendida entre

veinte y sesenta. No obstante, puede suceder que todos los avistajes realizados desde 2005 hasta la fecha correspondan a un único individuo.

El éxito de algunos esfuerzos desesperados y la reaparición de alguna especie perdida o presuntamente perdida no debería engañarnos y hacernos pensar que, llegado el momento, recuperaremos buena parte de la biodiversidad anterior en las reducidas áreas que hemos dejado a la naturaleza, como la reserva del río Cache. Para aclarar la cuestión, basta con hacer una lista de las especies de aves oriundas de los Estados Unidos que han desaparecido en los últimos veinticinco años y consignar la fecha en que algún ejemplar fue avistado por última vez. La mayor parte son especies isleñas y dos de ellas, el ánade o pato silvestre y el gorrión, tal vez no alcancen la categoría de especies. He aquí la lista: el zorzal de Lanai, el pato silvestre de las Marianas (1981), el pájaro papamoscas de Guam (1983), el clarín grande de Kauai (1985), el alauajio de Oahu (1985), el Oo de Kauai (1987), el gorrión negruzco de la costa (1987), el Ou (1989) y el po'o-uli (2005). Como el hábitat de la mayoría de estas especies estaba restringido a pequeñas áreas geográficas, hay muchas menos probabilidades de encontrar ejemplares vivos que en el caso del carpintero real.

Necesariamente, la recuperación de especies en peligro crítico seguirá siendo una excepción. Y volvemos

así al sueño de la resucitación. Es necesario pensar, además, que todos los zoológicos del mundo sólo pueden mantener un plantel máximo de dos mil especies de mamíferos de las cinco mil que conocemos. Existe una limitación similar en el caso de las aves. Por otra parte, la capacidad de los jardines botánicos y los viveros quedaría totalmente excedida con las decenas de miles de especies vegetales que necesitan protección. Lo mismo se puede decir de los peces que podrían sobrevivir en acuarios. Sería posible hacer mucho, aunque con un costo considerable por cada especie y, aun así, lo que se lograra sería apenas una nimiedad frente al problema total que se plantea

Ahora bien, ¿debemos pensar incluso en medidas de emergencia similares para los millones de especies de insectos y de otros invertebrados o, aun peor, para las decenas de millones de microorganismos, la mayoría de los cuales son desconocidos para la ciencia?

Puedo garantizar que para proteger la biodiversidad del planeta no hay otra solución a nuestro alcance que preservar los ambientes naturales, creando reservas de tamaño suficiente para sustentar poblaciones silvestres. Sólo la naturaleza puede servirnos como arca de Noé planetaria.

En consecuencia, Reverendo, le presento una homilía de mi propia pluma para refutar la alocución que transcribí al principio del capítulo:

¡Salvemos la Creación en su totalidad! No podemos plantearnos ninguna meta menor que ésa. Cualquiera haya sido el origen de la biodiversidad, ninguna especie tiene derecho a suprimirla. No es el momento de destruir el legado natural de la Tierra ni habrá momento alguno en que las circunstancias justifiquen semejante atrocidad. Estamos orgullosos con razón de nuestra especial posición, pero contemplemos en perspectiva las cambiantes posibilidades del mundo: todo lo que los seres humanos podamos imaginar, todas las fantasías que podamos conjurar, todos nuestros juegos y simulaciones, nuestra épica, nuestra historia y nuestros mitos, así como nuestra ciencia –sí, también nuestra ciencia–, todo queda empequeñecido ante la potencia creativa de la biosfera. Ni siquiera hemos llegado a descubrir más que una pequeña fracción de las formas de vida de la Tierra y no comprendemos cabalmente ni una siquiera de los millones de especies que han sobrevivido a la devastación que sembramos.

Es verdad que antes de los seres humanos hubo vida en el planeta. Si, como dice el Génesis, nuestra aparición fue obra de un solo día o si, como demuestra la ciencia, fue producto de 3.500 millones de años de evolución, estamos entre los últimos que arribaron a la faz de la tierra. La biosfera en que nacimos padeció crisis originadas por la naturaleza pero, en

términos generales, era un sistema bellamente equilibrado que funcionaba con perfección. En ausencia del *Homo sapiens*, habría continuado así. Incluso en la actualidad, la cercenada naturaleza silvestre nos proporciona servicios propios de los ecosistemas: servicios de administración de las aguas, de control de la contaminación y de enriquecimiento del suelo cuyo valor económico total equivale a todo lo que la humanidad genera artificialmente.

Reflexionemos. Si conseguimos reducir la población humana en el curso de un siglo y logramos que haya un consumo per cápita más alto, más sostenible, distribuido más equitativamente, este planeta puede ser un paraíso. Pero no lo será si abandonamos al resto de las especies vivientes.

10
Final del juego

Así las cosas, el sexto episodio de grandes extinciones ha comenzado. Si no es posible detener estas pérdidas ininterrumpidas, se calcula que a fin de siglo alcanzarán la magnitud de las que ocurrieron a fines del Mesozoico. Entraremos entonces en un período que científicos y poetas estarán de acuerdo en bautizar como Era Eremozoica: la Era de la Soledad. Habremos llegado allí por nuestros propios medios, y conscientes de lo que hacíamos. No podremos echarle la culpa a Dios.

En el caso de los cinco cataclismos anteriores, la evolución tardó en promedio diez millones de años en reparar lo que había sucedido. La humanidad debe tomar una decisión que no puede postergarse: hay que conservar el legado de la naturaleza en la Tierra o condenar a las generaciones que nos sigan a arreglárselas como puedan en un mundo biológicamente empobrecido. No hay manera de eludir esta opción. Ya expliqué por qué la opción del zoológico y los viveros no funcionaría. Sabiéndolo, algunos escritores quijotes-

cos han abrigado la idea de medidas desesperadas: conservemos los millones de especies y razas que todavía existen congelando embriones o muestras de tejidos para recuperarlos después. O bien proponen registrar el código genético de todas las especies e intentar recrear los organismos correspondientes en el futuro. Cualquiera de esas soluciones es de alto riesgo, resultará inmensamente cara y en última instancia inútil. Aun cuando fuera posible recobrar la biodiversidad en toda su amplitud y conservar poblaciones a la espera de lo que podría considerarse "silvestre" en el siglo XXII, reconstruir a partir de allí poblaciones viables en forma independiente está fuera de nuestro alcance. Los biólogos no tienen la menor idea de cómo generar desde el comienzo un ecosistema complejo y autónomo. Cuando consigan hacerlo, es probable que descubran también que los efectos antrópicos les impiden llevar a cabo el proyecto.

Descartadas todas estas opciones, queda una que los partidarios de tales soluciones pueden aún proponer: sigamos tal como ahora deteriorando la biosfera con la esperanza de que algún día los hombres de ciencia sean capaces de crear organismos y especies artificiales y hacerlas convivir en ecosistemas sintéticos. Que las generaciones del futuro pongan en los nichos vacíos de la naturaleza tigroides programados que no ataquen a los seres humanos, tigres sintéticos que resplandez-

can artificialmente en la espesura de flamantes boscoides, entre miríadas de insectoides que no piquen ni muerdan. Ocurre, sin embargo, que ya hay palabras precisas para referirnos a la biodiversidad artificial, aunque ésta sólo exista por ahora en la fantasía: profanación, corrupción, abominación.

Lamentablemente, distintos escritores han propuesto ya todas y cada una de las soluciones que he mencionado. Son sueños necios. No es hora ya de entretenernos con la ciencia ficción sino de aplicar el buen sentido y atenernos a una única regla: sólo podremos salvar los ecosistemas y las especies si comprendemos el valor de cada una de ellas y si convencemos a los seres humanos que tienen poder sobre ellas de que deben ser sus guardianes.

La humanidad está pasando por un "cuello de botella", un período crítico de superpoblación y despilfarro consumista que puede estallar a fines de este siglo, momento en que, según los cálculos, la población mundial llegará a los 9.000 millones de individuos –50% más que la existente en el año 2000– para empezar luego a reducirse. En lo que resta de este "cuello de botella" crítico, el consumo per cápita también aumentará, incrementando la presión sobre el medio ambiente. Ese proceso también puede controlarse, en gran parte con tecnología que ya existe y que permite aumentar la producción y reciclar materiales mientras

se adoptan fuentes de energía alternativas. Es un cambio que parece inevitable aunque sólo sea por una especie de darwinismo de índole corporativa: las empresas y las naciones que se consagren a mejorar y aplicar la tecnología serán los líderes económicos del futuro.

Si nos empeñamos en ello, la mayor parte de los ecosistemas y las especies aún existentes podrán superar esta crisis pues existen métodos que permitirán salvarlas. Aunque esporádicamente, ya se los aplica en todo el mundo, en escala local y nacional. Los esfuerzos actuales están lejos aún del nivel necesario para salvar el grueso de las especies que han alcanzado el nivel crítico de riesgo, pero es un comienzo que muchos comprenden y aprueban. El compromiso de numerosos países independientes para tomar cartas en este tema crece rápidamente. En 2002, 188 países firmaron el Convenio sobre la Diversidad Biológica, puesto en marcha diez años antes en la Cumbre de Río. (Aislacionista en todas las cuestiones ajenas al comercio, el turismo y la expansión democrática, los Estados Unidos se negaron a firmarlo y continúan sin hacerlo; los restantes países que también negaron su adhesión en 2005 son Andorra, Brunei, Irak, Somalia, Timor Oriental y el Vaticano). Reunidos en Johannesburgo, los firmantes se comprometieron a emprender una acción cooperativa para que la tasa de disminución de la biodiversidad se reduzca de manera apreciable en 2010. Al pro-

pio tiempo, 130 países –entre los cuales, una vez más, no se encuentran los Estados Unidos– de los 191 miembros de las Naciones Unidas reformaron sus respectivas constituciones con el objetivo de proteger su medio ambiente nacional, hecho que directa o implícitamente incluye la biodiversidad.

Estamos en medio de una carrera que decidirá el destino de gran parte de la biodiversidad terrestre. La opción que se nos presenta es muy simple: proteger la biodiversidad en los próximos cincuenta años o perder el 25% de las especies existentes, o quizá más. Cobraremos conciencia de que podemos hundirnos rápidamente en semejante apocalipsis o evitarlo cuando conozcamos a fondo la geografía de la vida y se haga carne en nosotros el principio de que las especies no están distribuidas uniformemente sobre la tierra y el mar, sino que se concentran en ciertos puntos álgidos. Por ejemplo, es mucho más probable que encontremos una especie en peligro en las sabanas de matorrales de las zonas altas de Florida que en los bosques de Wisconsin, o en un arroyo de montaña de Carolina del Norte que en un río de Nueva Hampshire. Los puntos más críticos, los que exigen atención inmediata, están dispersos por todo el mundo, a veces en lugares que nos sorprenden. Entre los lugares terrestres críticos enumerados por *Conservation International* en 2004, figuran los siguientes:

- el matorral de la costa y de las estribaciones serranas de California [*coastal sage*];
- los bosques tropicales del sur de México y América Central;
- los bosques y hábitats áridos de las islas caribeñas, especialmente de Cuba y La Española;
- las zonas de tierras bajas tropicales y los bosques de altitud intermedia de los Andes;
- los "*cerrados*" (sabanas) del Brasil;
- el bosque atlántico brasileño;
- los bosques y hábitats áridos de la cuenca del Mediterráneo;
- los bosques de las montañas del Cáucaso;
- los bosques de África occidental [antigua Guinea];
- numerosos hábitats de la región del Cabo, en África meridional;
- numerosos hábitats en el "cuerno de África";
- numerosos hábitats de Madagascar, en especial los bosques;
- las pluviselvas de los GhÇtes occidentales de la India;
- las pluviselvas de Sri Lanka;
- los bosques del Himalaya;
- los bosques del sudoeste de China;
- la mayor parte de los bosques de Indonesia;
- las pluviselvas de las Filipinas;
- los brezales del sudoeste de Australia;
- los bosques de Nueva Caledonia;

• los bosques de Hawai y muchos otros archipiélagos del Pacífico central y oriental.

Treinta y cuatro de los puntos más críticos o, más precisamente, los ricos hábitats aún intactos que contienen, abarcan solamente 2,3% de la superficie terrestre. Sin embargo, albergan en forma exclusiva el 42% de las especies de vertebrados del planeta (mamíferos, aves, reptiles y anfibios) y el 50% de la vegetación que da flores.

Esas áreas álgidas no son meros puntos de concentración de la biodiversidad: en razón de su reducida superficie, viven allí muchas de las especies más vulnerables de la Tierra. La gran mayoría de las especies que figuran en la Lista Roja de especies en riesgo elaborada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales viven dentro de los límites de esas 34 regiones críticas, es decir, el 72% de los mamíferos terrestres, el 86% de las aves y el 92% de los anfibios que se consideran "en peligro" o "en peligro crítico".

Las especies son la unidad privilegiada para expresar la biodiversidad porque constituyen unidades naturales dentro de la evolución. Su delimitación es más fácil que la de los ecosistemas y también es más sencillo identificarlas que determinar el complejo conjunto de genes que las distinguen de otras especies.

Como unidades de medida de la biodiversidad, tienen un solo inconveniente: a menudo se presentan como una suerte de constelación de evolución reciente, en algunos casos de unos pocos miles de años. En virtud de su juventud, las especies pertenecientes a estas constelaciones "fraternales" suelen diferir muy poco en su constitución genética. ¿Hay alguna manera de medir la biodiversidad que permita contar constelaciones enteras en lugar de llevar la cuenta de las especies que las componen? Sí, la hay, y es un método que se utilizaba en los comienzos de la nomenclatura taxonómica formal, a mediados del siglo XVIII. Según el sistema jerárquico de taxonomía, se denomina género a una constelación de especies similares en sus rasgos característicos, que probablemente sean, en consecuencia, parientes cercanas desde el punto de vista genético. Por consiguiente, los géneros son conjuntos más antiguos, que divergen más entre sí y se pueden utilizar en lugar de las relativamente "vulgares" especies para evaluar la biodiversidad y remontarla a tiempos más lejanos. ¿Cambian acaso los lugares críticos cuando se utiliza este método? La respuesta es que sí, aunque no mucho: son casi los mismos que se determinan utilizando solamente las especies. No obstante, se altera el orden que ocupan en la lista, como veremos de inmediato. El lugar más crítico de la superficie terrestre es Madagascar –antigua isla frente a la costa oriental de

África–, que supera enormemente a otros, con 478 géneros vegetales y de vertebrados en peligro. Consigno a continuación las regiones que le siguen (la cifra entre paréntesis indica el número de géneros en riesgo que son exclusivos de cada zona): las islas del Caribe (269), el bosque atlántico brasileño (210), el archipiélago Sunda de Indonesia (199), las montañas de África oriental (178), el cabo sudafricano (162) y la región integrada por el sur de México y América Central (138).

La mayor parte de los primeros estudios sobre las regiones críticas se limitaba a ambientes terrestres. Desde el año 2000, se aplican métodos de análisis similares a los ambientes acuáticos. Tres de las cuatro regiones principales –a saber, estuarios, arrecifes de coral, otros hábitats de aguas poco profundas y el fondo del mar– están fragmentados en zonas pequeñas que corren a menudo tanto riesgo como las regiones críticas terrestres. En la cuarta zona, la de alta mar, también se observan variaciones con respecto a la riqueza biológica en distintas partes del planeta, pero es difícil determinar su perfil porque muchos peces de los océanos y otros organismos de aguas abiertas recorren grandes distancias muy rápidamente.

En suma, los resultados de los estudios sobre la biodiversidad global son suficientes ya para emprender acciones de conservación. Los biólogos han cuantificado las dimensiones del problema y pueden prever

muchas de las consecuencias que habremos de sufrir si no se modifican las tendencias actuales. Por otra parte, la mayoría de ellos al menos sabe también qué hay que hacer para resolverlo.

Sin perder de vista lo que venimos diciendo, hagamos un balance: ¿cuánto costará resolver este problema? Tal vez haya temor de que proteger la biodiversidad sea una empresa muy costosa, al punto de poner en peligro la economía, es decir, la economía de mercado. Esa suposición es errónea. El costo de salvar la mayor parte de la fauna y la flora de la Tierra sería prácticamente nimio para la economía de mercado y, desde luego, enormemente beneficioso para la economía natural. En el año 2000, con el fin de estudiar este tema, *Conservation International* auspició una conferencia de biólogos y economistas con el siguiente lema: "*Defying Nature's End*" [Contra el fin de la naturaleza]. Los especialistas allí reunidos pasaron revista a los muchos métodos que estaban ya al alcance de la humanidad para proteger las reservas silvestres y que permitían también mejorar la economía de las regiones en cuestión. Luego estimaron su costo. Llegaron a la conclusión de que, para crear un paraguas protector sobre las veinticinco zonas más críticas de la tierra (desde entonces se agregaron nueve más que, sumadas a ellas, dan las 34 regiones que mencioné antes), más ciertas zonas silvestres cruciales de los bosques tropi-

cales, como las cuencas del Amazonas y el Congo, y Nueva Guinea, para proteger todo eso, repito, sería necesario un único desembolso de alrededor de 30.000 millones de dólares. Si esa suma va acompañada de una sabia estrategia de inversiones y una inteligente política exterior, el beneficio sería una protección decisiva para el 70% de la fauna y la flora terrestres. Así, se contaría con tiempo suficiente al menos para idear nuevos métodos y nuevas políticas de largo plazo. Ese *único* desembolso (sólo una cuota) o su equivalente distribuido a lo largo de unos pocos años es igual a un milésimo del producto bruto mundial anual, es decir, un milésimo de la suma de los productos brutos de todos los países del mundo. Por casualidad, esta última cifra, que asciende aproximadamente a 30 billones de dólares, coincide con el monto estimado de los servicios que nos prestan gratuitamente los ecosistemas terrestres naturales que aún quedan.

Un estudio paralelo llevado a cabo en 2004 por otro equipo estimó el costo de proteger las zonas marinas, los paraísos acuáticos en riesgo en nuestro planeta. Se llegó a la conclusión de que ya no es posible obrar como si los océanos no tuvieran límites y fueran invulnerables. Los arrecifes de coral se están reduciendo por efecto de la destrucción física concreta y del recalentamiento global. Todas las grandes industrias pesqueras de mar abierto operan por debajo del nivel soste-

nible. Buena parte del fondo de los océanos ha sido arrasado por la pesca con redes de profundidad. Las reservas marinas existentes ubicadas dentro de los 370 kilómetros de zonas económicas exclusivas de los países costeros representan sólo el 0,5% de la superficie de los océanos y, a excepción de la pesca de ballenas, no existe protección alguna para las especies de alta mar. Si se establecieran reservas de mayor tamaño a lo largo de todas las regiones costeras y en alta mar, garantizaríamos la supervivencia de innumerables especies en riesgo. Con el tiempo, esas reservas incrementarían también la producción sustentable de la industria pesquera pues constituirían una fuente de organismos marinos muy diversos. Reglamentar el uso de una red de reservas que cubriera entre el 20 y el 30% de la superficie de los océanos costaría entre 5.000 y 19.000 millones de dólares anuales. Ese desembolso podría compensarse con la eliminación de los perversos subsidios que se conceden actualmente a la industria pesquera, que ascienden anualmente a una cifra comprendida entre 15.000 y 30.000 millones de dólares, aunque quienes los reciben son los principales responsables de la sobreexplotación y la permanente reducción de la tasa de producción de las especies predilectas en el mercado.

La vida en este planeta ya no puede soportar más saqueo. Aparte del imperativo moral de salvar la

Creación que nos imponen la religión y la ciencia por igual, la conservación de la biodiversidad es la mejor empresa económica que se ha planteado la humanidad desde los tiempos de la invención de la agricultura. Ha llegado el momento de actuar. Nuestra ciencia es sólida y mejora continuamente. El triunfo contra la extinción será de los que vivimos ahora o no será de nadie; a nosotros nos corresponderá ese honor eterno o ese eterno baldón.

III
Lo que la ciencia sabe hoy

La religión y la ciencia nos aportan argumentos para salvar al resto de los seres vivos. A continuación, expondré los principios pertinentes a la biología, ciencia fundamental para esta prédica.

11
La biología es el estudio de la naturaleza

En mi opinión, no es necesario consagrar más energía espiritual al retorno a la naturaleza y la recuperación del Edén. Ya hay un exceso de energía dedicada a estas cuestiones. En cambio, es necesario incorporar otros temas a las preocupaciones espirituales, cuyo rumbo debe estar guiado por una comprensión cabal de la condición humana. En los últimos trescientos años, la imagen que la humanidad tiene de sí misma se alzó a grandes alturas elevada por la religión y por las artes, pero puede volar aun más alto en alas de la ciencia.

En favor de este argumento, presentaré ahora una reseña de las ideas y del quehacer de la ciencia, en particular de la biología, la disciplina que incumbe más directamente al ser humano.

Me apresuro a señalar que hablaré de la ciencia, no de los *científicos,* pues la mayoría de ellos, incluso los galardonados con el Premio Nobel, son profesionales competentes de miras estrechas, que no tienen

más interés en la condición humana que los legos. En la ciencia, los científicos cumplen el mismo papel que los albañiles en la construcción de catedrales. Si nos topamos con alguno de ellos al azar fuera de su lugar de trabajo, es muy probable que sea alguien que lleva adelante una vida común, absorbido por tareas cotidianas y pensamientos pedestres. No es frecuente que los hombres de ciencia tengan una imaginación audaz. De hecho, la mayoría no concibe jamás una idea verdaderamente original. Se abren paso a duras penas entre infinidad de datos e hipótesis (conjeturas que deben verificarse), a veces con entusiasmo, pero la mayor parte del tiempo mansamente, distraídos con facilidad por los chismes de pasillo y otros entretenimientos similares. Se ven obligados a ser así. El hombre afortunado en la ciencia piensa como un poeta sólo en raros instantes de inspiración, si es que los tiene, y fuera de ellos, trabaja como un tenedor de libros. Es muy difícil concebir ideas originales. Así, durante la mayor parte de su carrera los científicos se conforman con consignar las cifras en los libros y hacer el balance.

En otro sentido, se parecen a los buscadores de oro, pues los descubrimientos originales son para ellos tan preciosos como el oro y la plata. Si lo que descubren es importante, pueden conseguir prestigio académico, cierta fama más amplia, pueden recibir regalías y algún

puesto titular en una universidad. Por lo general, son demasiado modestos para obrar como profetas, se aburren con demasiada facilidad como para transformarse en filósofos y son demasiado confiados como para actuar como políticos. Carentes de las aptitudes necesarias para la calle, suelen padecer los engaños de timadores y prestidigitadores. Jamás pidamos a un hombre de ciencia que verifique o desenmascare un fenómeno paranormal: ésa es tarea para un mago de profesión.

El poder de la ciencia no proviene de los hombres que la practican sino de su método. Y el poder del método científico, así como su belleza, reside en su simplicidad. Cualquiera puede entender la ciencia y practicarla con cierta capacitación modesta. La grandeza de la ciencia proviene de la acumulación: la ciencia es obra de cientos de miles de especialistas unidos por un único lazo, el método científico. Son muy pocos los hombres de ciencia que dominan algo más que una pequeña fracción del conocimiento científico: sus colegas verifican y añaden novedades permanentemente al resto, de suerte que el edificio entero de la ciencia no queda fuera del alcance de nadie. La invención de este notable motor de aprendizaje verificable fue el único progreso de la historia humana documentada que podemos calificar de verdadero salto cuántico. No obstante, la ciencia alcanzó el lugar de preeminencia que hoy ocupa relativamente tarde

en la vida geológica de la humanidad, cuando el intelecto humano ya había recorrido un largo y tortuoso camino instigado por actitudes tribales e inspirado por la religión.

Intentemos ahora esbozar un cuadro cronológico. Hace millones de años sólo existía el instinto animal, al que se agregaron luego rudimentos de cultura, probablemente en la etapa de transición de los primates al hombre. En una etapa posterior de mayor inteligencia aun, surgió el sentido de lo sobrenatural, y de ahí los demonios, los fantasmas ancestrales y los espíritus divinos que poblaron el espíritu humano. Como no existía la ciencia, había que recurrir a la religión para explicar el lugar del hombre en el universo. Surgidas de los sueños, las imágenes religiosas fueron consagradas en la cultura por chamanes y sacerdotes. Los dioses habían creado al hombre. Esos seres que vivían rodeados por la naturaleza reservaron a los dioses las montañas sagradas, los lugares recónditos y los cielos. En algún momento del remoto pasado, los divinos humanoides habían creado el mundo y gobernaban ahora los destinos del hombre. La imagen engrandecida que los hombres iban concibiendo de sí mismos se elevó por encima de la naturaleza, pero ellos obedecían a los dioses como hijos y como siervos. Dirigidas con mano férrea por sus dioses, las tribus adquirían unidad y fuerza. Triunfaban sobre las

tribus rivales y sus falsos dioses. También dominaban la naturaleza, destruyéndola de paso en gran medida. Los hombres creían que su destino no estaba en este mundo; se sentían inmortales, algo así como semidioses.

En el curso de ese proceso, surgió en Europa durante el siglo XVII una imagen alternativa del hombre. El arte y la filosofía comenzaron a desprenderse de los dioses, y la ciencia empezó a obrar con total independencia. Paso a paso, asediada a menudo por los devotos de las Sagradas Escrituras, la ciencia fue construyendo una cosmovisión alternativa fundamentada en una imagen del hombre verificable y autónoma. Duplicando los conocimientos adquiridos cada quince años durante los últimos trescientos cincuenta años, ha indagado el corazón mismo de la naturaleza y ha encontrado allí una fuerza creativa autónoma inimaginable antes por su vastedad. En esa nueva imagen se condensaron las antiguas rivalidades religiosas, que quedaron reducidas a meros conflictos tribales. La ciencia se ha transformado en la más democrática de las empresas que acometió el ser humano. No es ni religión ni ideología. No tiene pretensiones fuera de lo que puede comprobarse en el mundo real. Genera conocimiento de la manera más productiva y homogénea en la historia, y sirve a la humanidad sin rendir pleitesía a ninguna deidad tribal.

En este momento, la biología es la punta de lanza para la reconstrucción de la imagen que el ser humano tiene de sí mismo. Se ha transformado en la ciencia primordial, superando a otras disciplinas como la física y la química con el alboroto que causan sus descubrimientos y los debates que suscitan. Es decisiva para la salud de los hombres y para la administración del medio ambiente. Tiene importancia fundamental para las cuestiones centrales de la filosofía, que intentan explicar la naturaleza del espíritu, la realidad y el sentido de la vida. Constituye, además, el nexo lógico entre tres grandes ramas del conocimiento: las ciencias naturales, las ciencias sociales y las humanidades.

Los hombres de ciencia, cuya ética profesional descansa sobre la objetividad, suelen mostrarse muy prudentes y evitan exagerar sus aspiraciones en público. No obstante, a partir de los ensayos y las conferencias de los biólogos más ilustres y audaces, es posible hacer un esbozo de las grandes metas que se propone la biología actual. Según creo, se las podría bosquejar así:

- Crear vida: completar el mapa molecular de una especie de bacterias simples, simular los procesos pertinentes por computadora y construir luego ejemplares de la bacteria en cuestión a partir de las moléculas que la constituyen o, al menos, explicar cómo se puede llevar a cabo esa construcción.

- Aplicando ese mismo enfoque y combinándolo con los conocimientos existentes sobre la Tierra primitiva, reconstruir los pasos que dieron origen a la vida.
- Seguir aplicando el método de reducción y síntesis molecular a las células humanas y utilizar la información así obtenida para aumentar la eficacia de los procedimientos de cura de enfermedades y reparar las lesiones.
- Explicar la mente haciendo uso de modelos de transmisión eléctrica y química, y dar cuenta también de los fundamentos moleculares del crecimiento de las células nerviosas y de su capacidad de formación de redes; simular luego el funcionamiento de la mente recurriendo también a la inteligencia artificial y a la emoción artificial.
- Pormenorizar los mapas de la fauna y la flora terrestres por especies, incluidos los microorganismos, y ampliar la investigación de la diversidad llevándola al nivel genético para cada una de las especies.
- Utilizar la información sobre la diversidad de la biosfera, que crece exponencialmente, para el progreso de la medicina, la agricultura y la salud pública.
- Crear un Árbol de la Vida para todas las especies y para los principales conjuntos de genes de cada una de ellas, con el fin de rastrear los diversos caminos que siguió la evolución. Entretanto, reuniendo esta información con la paleontología y la historia del

medio ambiente, determinar principios definitivos relativos al origen de la biodiversidad.

- Determinar, en el nivel de las especies, cómo se forman y se regulan las comunidades naturales estables; utilizar esa información para proteger y estabilizar la biodiversidad en la Tierra.
- Establecer un puente entre las ciencias naturales, las ciencias sociales y las humanidades –si es que no se llega a unificarlas totalmente– estudiando los fundamentos biológicos del espíritu y de la naturaleza humana. Develar en el curso de esa investigación la coevolución de los genes y la cultura.

Contemplada desde este cuadro imaginario de plena madurez, la biología actual parece aún una ciencia primitiva en comparación con la física y la química. ¿Cómo podría progresar a fin de acercarse a sus metas?

Pensemos primero cómo está construida esta ciencia. La biología tiene tres dimensiones. La primera entraña el estudio de las especies individuales (es decir, un tipo de bacteria o un tipo de mosca de la fruta) en todos los niveles jerárquicos de organización biológica: desde las moléculas hasta las células que esas moléculas constituyen y a las que dan energía; luego, los tejidos y los órganos que forman las células y más adelante, los organismos constituidos por esos tejidos y órganos, hasta llegar a las poblaciones y las sociedades de

organismos y, por fin, a la interacción entre especies para formar ecosistemas.

Las especies son poblaciones bien diferenciadas genéticamente que, en muchos tipos de organismos, aunque no en todos, se distinguen por su incapacidad de cruzarse en ambientes naturales. Por ejemplo, todas las especies que viven en una laguna o en un bosque determinado constituyen una comunidad de vida. Juntamente con el suelo, el aire y el agua constituyen su ecosistema.

Repito: la primera dimensión de la biología consiste en investigar cada una de las especies estudiando todas sus características, desde su composición molecular hasta el lugar que ocupan en un ecosistema. La segunda dimensión consiste en hacer un mapa de la diversidad biológica o "biodiversidad" de todas las especies que viven en una determinada parte del mundo –sea que ésta abarque un hábitat geográficamente reducido o región, sea que abarque todo el planeta– junto con los ecosistemas que forman y los genes que determinan sus rasgos característicos. La tercera dimensión de la biología es la historia de cada especie, cada ecosistema y cada gen. Los ecólogos siguen el rastro de las especies a través de las estaciones y las generaciones a fin de comprender por qué las poblaciones crecen y se reducen. Ampliando enormemente la escala de sus indagaciones, los que se dedican a la sistemática y a

la genética reconstruyen esa historia a lo largo de un número tal de generaciones que les permite observar cambios en los genes y, en un nivel superior, la división de una especie en varias descendientes.

Intentemos ahora imaginar simultáneamente la vastedad de esas tres dimensiones. No podemos hacerlo; nadie puede hacerlo, al menos por ahora. Hay muchos millones de especies, la mayoría de las cuales son aún desconocidas para la ciencia. Observada sincrónicamente, cada especie es una creación única: su código genético es el producto de una sucesión de mutaciones y efectos de la selección natural casi inimaginable por su complejidad, la cual determina sus rasgos característicos en la actualidad.

Cada especie es un mundo, una parte de la naturaleza que es única en el mundo. En el instante en que la especie suscita nuestra atención, aparece como el conjunto de los organismos que la constituyen y que tienen una distribución determinada en el paisaje. Imaginemos ahora que el reloj avanza y que se acelera cada vez más. Los organismos que constituyen la especie se dispersan y mueren al tiempo que nacen otros nuevos, los cuales a su vez se dispersan y mueren, proceso que se repite hasta que toda la población declina y se extingue. La dinámica de la población está determinada por los cambios del medio ambiente, por eventuales lluvias torrenciales o sequías, por la multiplica-

ción o el retroceso de los patógenos y los predadores, por la abundancia o la escasez de alimento, y por muchos otros factores. Todos ellos y su mutua interacción causan la expansión o la reducción de la especie, la obligan a aventurarse en hábitats nuevos o a perecer.

Por último, tratemos de superponer en nuestra imaginación millones de especies que evolucionan con el tiempo e intentemos luego agregar a esa imagen la historia de cada una de ellas teniendo en cuenta todos los niveles de organización, desde el gen hasta el ecosistema. He ahí en pocas palabras la trascendente y apenas imaginable complejidad de la biología del futuro. Allí hemos de buscar una nueva fuente de energía espiritual.

12
Las leyes fundamentales de la biología

Permítame ahora presentar el tema desde una perspectiva diferente. El mejor camino para comprender la importancia de la biología para la condición humana es contemplar la ciencia desde arriba hacia abajo, estudiando primero sus leyes más generales y prestando luego atención a bloques cada vez más pequeños: las particularidades que esas leyes determinan.

En biología, una ley es la descripción abstracta de un proceso que, según todos los indicios, es universal e inexorable para los sistemas vivientes. Los hombres de ciencia se han puesto de acuerdo en lo que podríamos denominar las dos leyes fundamentales de la biología. Según la primera, todas las propiedades conocidas de los seres vivientes obedecen a las leyes de la física y la química, lo cual no implica que todas esas propiedades puedan explicarse directamente en términos físicos o químicos. La ley significa solamente que, cuando se descompone la compleja maquinaria de la vida en sus elementos y procesos constitutivos,

esas partes y las interacciones conocidas entre ellas cumplen las leyes de la física y la química.

La división de una célula según se la observa a través de un microscopio óptico común no se presta directamente a una explicación físico-química: no podemos ver en forma directa los procesos físicos y químicos. No obstante, las moléculas que constituyen la célula y la coreografía que trazan al duplicarse tienen sin duda una explicación de esa índole. Se dice que las propiedades de la célula como entidad total son propiedades "emergentes", en el sentido de que son producto de interacciones moleculares. Ahora bien, como en el nivel molecular el número de procesos que operan y su complejidad es muy grande, no es posible deducir fácilmente su movimiento a partir de los principios de la física y la química. Por consiguiente, mientras no podamos desmenuzar las interacciones en forma pormenorizada –etapa que sólo podremos alcanzar probablemente con el auxilio de modelos matemáticos y de simulación en computadoras– estaremos obligados a describir en parte la división celular como un fenómeno de nivel celular, utilizando un lenguaje diferente del que usamos en la física y en la química.

Entonces, puede definirse una propiedad emergente como una propiedad tan compleja y tan poco comprendida que tenemos que describirla recurriendo a un lenguaje y a imágenes que no son propias de los

procesos que la determinan. La mayor parte de la biología está constituida por propiedades emergentes que, por el momento, sólo pueden vincularse de manera muy laxa con la física y la química.

El vínculo decisivo entre la biología y las ciencias físicas es la estructura del ADN, molécula que codifica la herencia. En 1953, James D. Watson y Francis H. C. Crick determinaron la estructura de esta verdadera "llave de la vida". Tal vez insista demasiado en esta cuestión, pero bien puede decirse que el siguiente fragmento del artículo inicial de Watson y Crick dio origen a la biología molecular y fundamenta la primera ley de la biología:

> Queremos proponer una estructura radicalmente distinta para la sal del ácido desoxirribonucleico. Esa estructura está formada por dos cadenas helicoidales enrolladas en torno de un mismo eje. [...] No se nos oculta que el apareamiento específico que hemos postulado sugiere de inmediato un posible mecanismo de copia del material genético (*Nature*, Nº 171, p. 787, 2 de abril de 1953).

En la actualidad, la biología molecular y celular, disciplinas que cuentan con el más grande apoyo de la sociedad y comprometen muchas de sus actividades, siguen abocadas a los dos niveles inferiores de la organiza-

ción biológica: la molécula y la célula. Estudian fundamentalmente unas pocas especies elegidas por sus características particulares. Por ejemplo, la bacteria intestinal *Escherichia coli ("E. coli")* interesa por su simplicidad genética y porque se multiplica muy rápidamente; el nematodo *Caenorhabditis elegans ("C. elegans"),* por la simplicidad de su sistema nervioso y de su comportamiento, y los seres humanos, desde luego, porque prácticamente cualquier retazo de información acerca de ellos tiene un valor fundamental y práctico.

La biología molecular y celular están en una etapa de su desarrollo que podríamos equiparar a la historia natural. Quizá pueda aclarar esta sorprendente caracterización con una metáfora. La célula es un sistema integrado por un número enorme de elementos y procesos que interactúan. En un sentido fundamental, se la puede equiparar a un ecosistema, como el de una laguna o un bosque. Las moléculas que la constituyen serían equivalentes a las plantas, los animales y los microbios que constituyen la parte viviente del ecosistema. En la actualidad, esos dos niveles, la célula y los ecosistemas, han sido estudiados ya con similar profundidad. Los especialistas en biología molecular y celular descubren continuamente gran cantidad de proteínas y de otras moléculas.

Podríamos decir que esos investigadores son los Humboldt, los Darwin, los naturalistas de una nueva

era. Trabajan en laboratorios donde, afortunadamente, no los acosan los mosquitos ni las llagas en los pies pero avanzan ellos también hacia las incógnitas regiones inferiores de la organización biológica. No se dedican a formular principios fundamentales, pues en su mayoría los toman prestados de la física y la química. Su éxito espectacular se debe, en cambio, a la tecnología que inventan o aplican con genio creativo. Por medio de la cristalografía, la inmunología, la sustitución de genes y otros métodos, nos permiten contemplar la anatomía y las funciones de los ultramicroscópicos habitantes de la célula, invisibles para nuestros sentidos. Su propósito es trabajar en conjunto con investigadores de otras especialidades de la biología para formular los principios fundamentales de la organización biológica, y cabe esperar que a su tiempo lo consigan.

En buena parte, el éxito de la biología molecular y celular se debe a su importancia para la medicina. Lo voy a expresar de manera aun más descarnada: para el público en general y para los que auspician las investigaciones, hay un matrimonio virtual entre la biología molecular y celular y la medicina. No existe un Premio Nobel de biología pero, cumpliendo lo dispuesto por Alfred Nobel en su testamento de 1895, se otorga un Premio Nobel de fisiología y medicina. No es que la biología molecular y celular cuenten con riqueza y poder porque han sido fructíferas; por el contrario,

han sido fructíferas porque les han concedido riqueza y poder. No quiero que me malinterpreten: las inversiones gubernamentales y privadas realizadas en estos temas se justifican hasta el último centavo, y la investigación en esos campos merece incluso mucho mayor apoyo. Los descubrimientos realizados en esas disciplinas han develado el fundamento físico-químico de la vida y han creado las condiciones necesarias para que en algún momento desaparezcan la mayoría de las enfermedades y discapacidades genéticas. Además, el conocimiento así adquirido ha sentado también en forma parcial las bases de la biología en los niveles más altos de organización.

La segunda ley fundamental de la biología dice que todos los procesos biológicos y todas las diferencias que caracterizan a las especies se han desarrollado por obra de la selección natural. En cada generación, se producen unas pocas modificaciones al azar en el código del ADN. Cuando esas mutaciones permiten que los individuos que las portan dejen más descendencia en la generación siguiente, la especie en su totalidad adquiere la forma mutante. En otras palabras, la especie ha evolucionado por obra de la selección natural. Toda vez que una especie cambia su estado original de manera radical, se puede decir que ha evolucionado transformándose en otra especie nueva. Cuando dos cepas de una misma especie divergen una de otra por

la acumulación de mutaciones convenientes, al punto de que pueden ocupar nichos diferentes, se puede decir que la especie madre ha dado origen a dos especies hijas. Sin conocer muchos pormenores, entre ellos la existencia de los genes, Charles Darwin fue capaz, sin embargo, de concebir la idea de la evolución por obra de la selección natural con notable clarividencia. En el cuarto capítulo del *Origen de las especies*, el gran naturalista resumió esta idea en una única y sonora oración victoriana:

> Se puede decir que cada día y cada hora la selección natural escudriña el mundo entero registrando toda variante, por leve que sea, rechazando lo que no es favorable, preservando todo lo favorable y realzándolo, obrando imperceptiblemente y en silencio dondequiera y cuandoquiera haya ocasión para mejorar cada ser orgánico con respecto a sus condiciones orgánicas e inorgánicas de vida. (*El origen de las especies,* primera edición en inglés, 1859.)

Así, más allá de la biología molecular y celular, está el resto de la biología, que comprende los niveles superiores de la primera dimensión (de los organismos al ecosistema) y casi la totalidad de la segunda dimensión (la biodiversidad) y de la tercera (la biología de la evolución). Como estos ámbitos de investigación

se inauguraron en los siglos XVIII y XIX, pueden parecernos hoy anticuados y en decadencia. Pero no es así. Constituyen buena parte de la ciencia del futuro. A medida que la biología madure y se unifique, la segunda y la tercera dimensión, junto con la porción superior de la primera, llegarán a eclipsar a la biología molecular y celular.

El desenvolvimiento de las dos leyes –los fundamentos físico-químicos de la vida y la evolución por obra de la selección natural– definen la biología moderna. ¿Cuánto nos ha enseñado, entonces, la biología acerca del mundo viviente concreto? Si tomamos plenamente en cuenta las tres dimensiones –jerarquía, diversidad e historia–, debemos reconocer que sólo conocemos una parte infinitesimal. Me arriesgaría a decir que la biología actual representa menos de la millonésima parte de lo que llegaremos a saber sobre la vida. El camino es muy largo, pero avanzamos varios pasos cada vez que agregamos un dato o perfeccionamos una tecnología. En el curso de ese largo viaje, la biología seguirá avanzando también hacia su unificación. Los investigadores más destacados se avienen cada vez más a la idea de que el futuro de la biología depende de estudios interdisciplinarios en el propio seno de esta ciencia y aun fuera de ella. Con el tiempo –cuanto antes, mejor–, estaremos en condiciones de recorrer las tres dimensiones sin impedimentos.

13
Exploremos un planeta casi desconocido

Para la larga travesía que aguarda a la biología en general y a la investigación sobre la biodiversidad en particular será necesario un mapa. Si se pregunta, Reverendo, qué tiene que ver un mapa con la Creación, debo decirle que no sabemos qué ocurre en este momento con la mayor parte de los seres vivientes porque ni siquiera los conocemos. La humanidad no necesita una base en la Luna ni un viaje tripulado a Marte: tiene desesperada necesidad de una expedición al planeta Tierra, del que se conocen probablemente menos del 10% de las formas de vida existentes, entre las cuales menos del 1% ha sido estudiado con cierto detenimiento, de modo que sólo contamos al respecto con sencillas descripciones anatómicas y algunas notas de historia natural.

Reflexionemos sobre estas cifras: si los robots que recorren Marte descubrieran que hay vida allí y nos enviaran datos sobre lo que estiman que es el 10% de las especies, los ciudadanos de los Estados Unidos esta-

rían dispuestos a invertir miles de millones de dólares para descubrir y clasificar el 90% restante. En contraposición, el dinero que gastan en nuestro país todos los organismos gubernamentales y privados que invierten en el estudio de la sistemática ascendió en el año 2000 –último año del que hay datos– a una cifra comprendida entre 140 y 200 millones de dólares. Esa suma se distribuyó entre tres mil especialistas en sistemática del país, cuando, teniendo en cuenta todas las disciplinas, existen probablemente más de quinientos mil profesionales a los que se puede calificar de investigadores científicos. Decir que la humanidad se ha mostrado lenta a la hora de explorar el planeta es, francamente, un eufemismo.

La situación con respecto a la biodiversidad puede reconstruirse a partir de los capítulos anteriores de este libro y resumirse muy brevemente como lo hago a continuación. Pese al lento ritmo de las exploraciones, en los últimos dos o tres decenios, los biólogos han descubierto que la biodiversidad terrestre es mucho mayor que lo imaginado hasta entonces. Esa diversidad se reduce a paso acelerado por efecto de la destrucción de hábitats naturales, destrucción que incluye el deterioro actual debido al recalentamiento del clima. También hay deterioro por la propagación de especies invasoras, por la contaminación ambiental y la sobreexplotación. Si no conseguimos reducir esos fenó-

menos causados por el hombre, podría suceder que a fines del presente siglo hayamos perdido la mitad de las especies vegetales y animales de la Tierra.

A lo largo de los períodos geológicos, la tasa de extinción promedio en muchos grupos taxonómicos fue de una especie por millón y por año; además, la tasa de nacimiento de especies nuevas era del mismo orden: una especie por cada millón y cada año. La actual tasa de extinción de especies condenadas a perecer antes de tiempo es cien veces mayor que la tasa de nacimiento de especies nuevas, según las estimaciones menos alarmistas. Se calcula que la relación entre extinción y aparición de especies se incrementará a mil o más aun, a medida que arrasemos los últimos reductos de muchos ecosistemas y numerosas especies que hoy están al borde de la extinción desaparezcan con ellos. Los biólogos que trabajan en temas afines a la biodiversidad concuerdan en decir que, en cuanto a la extinción de especies, estamos al comienzo del mayor cataclismo desde el que sobrevino a fines del período cretácico, hace 65 millones de años. En cada una de las cinco catástrofes que sucedieron en los últimos 450 millones de años, antes de que apareciera el hombre, la evolución tardó diez millones de años en restaurar el nivel de biodiversidad que se había perdido. Estas estimaciones se fundamentan en lo ocurrido con los grupos mejor conocidos, como los mamíferos, las plantas que dan

flores y unos pocos invertebrados con caparazón, como los moluscos. Nuestra ignorancia sobre la biodiversidad es tan grande que estamos perdiéndola en gran parte aun antes de saber que existe.

Las cifras que cito a continuación indican qué magro ha sido nuestro progreso en la exploración de la Tierra. El número de especies descubiertas hasta la fecha –que incluye todos los vegetales, animales y microorganismos conocidos– está comprendido entre 1,5 y 1,8 millones. Las estimaciones del número real de especies, descubiertas y desconocidas, varían enormemente según el método utilizado para calcularlas pero está comprendido entre 3.600.000 (según el *Global biodiversity assessment* de 1995)* y 112.000.000. Incluso las cifras para los vertebrados relativamente bien conocidos son dudosas. Las estimaciones acerca del número de especies de peces varían entre 15.000 y 40.000.

La cifra de 100 millones o más, si es que alguna vez la alcanzamos, provendrá fundamentalmente de los organismos invisibles: las bacterias y otros microbios similares del dominio *Archaea* son la materia oscura del universo viviente en la Tierra. A fines de 2002, se habían descubierto y catalogado 6.288 espe-

* Esta publicación, biblia de la biodiversidad, es un informe de 1.140 páginas publicado en inglés por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 1995. [N. de la T.]

cies de bacterias. Pero se estima que la misma cantidad de especies puede hallarse entre los 10.000 millones de bacterias que viven en solo un gramo de suelo fértil. Además, se calcula que en una tonelada de suelo pueden existir 4 millones de especies. Si esta cifra sorprende, sepamos al menos que en la boca humana prosperan seiscientas especies bacterianas como simbiontes: son organismos adaptados para vivir en las (para ellos) vastas planicies y cañones de nuestros dientes y nuestra lengua, y se cree que hacen su aporte a nuestra salud compitiendo con otras bacterias que son patógenas. Puede parecer extraño que los seres humanos colaboren con las bacterias pero, vista desde otro ángulo, la verdad es aun más extraña: el cuerpo de cada ser humano alberga más células bacterianas que humanas. Si el criterio de la clasificación biológica fuera el número de células, el ser humano podría clasificarse como un ecosistema de bacterias.

Hay muchos otros ejemplos de esa prodigiosa vida, invisible para nosotros. Debajo de nuestros propios pies, hasta una profundidad aproximada de tres kilómetros, existe otro mundo aun más vasto en algunos aspectos: enormes poblaciones de bacterias y hongos microscópicos poco conocidos que, en inglés, reciben colectivamente el nombre de SLIMES (*Subterranean Lithoautotrophic Microbial Ecosystems*, es decir, ecosistemas microbianos litoautotróficos subterráneos). En

conjunto, esos organismos pueden superar en peso toda la materia viviente de la superficie terrestre. Para vivir, no necesitan energía solar ni materia orgánica proveniente de la superficie terrestre porque recurren a fuentes independientes ("autotróficas") de energía química presentes en los minerales disueltos que los rodean (de ahí también el prefijo "lito", que significa roca). Si la superficie terrestre se quemara totalmente por alguna causa, la vida subterránea continuaría. Entonces, algún día, quizá mil millones de años después, la evolución podría producir nuevas formas de vida para volver a poblar la superficie. El descubrimiento de estos organismos alentó las esperanzas científicas de que podría hallarse vida en el gélido, polvoriento y seco planeta Marte: no ya en su superficie, sino en sus profundidades, donde exista agua en estado líquido.

Resumiendo: somos sólo una entre muchas especies de un planeta casi desconocido. Hace doscientos cincuenta años más o menos, Carl von Linneo comenzó a bautizar cada especie con un nombre latino constituido por dos vocablos, por ejemplo, *Homo sapiens* en el caso del hombre. Abogó por un estudio exhaustivo de todas los organismos vivos del planeta. Aunque sólo sea por satisfacer nuestro espíritu de aventura explorando un planeta casi desconocido, y también por nuestra propia seguridad, convendría que nos apre-

suráramos a terminar la gran empresa que él inició. Hacer un recuento total de las especies sería una gran hazaña científica, equivalente al Proyecto Genoma Humano, que permitió secuenciar casi todo el código genético de nuestra especie.

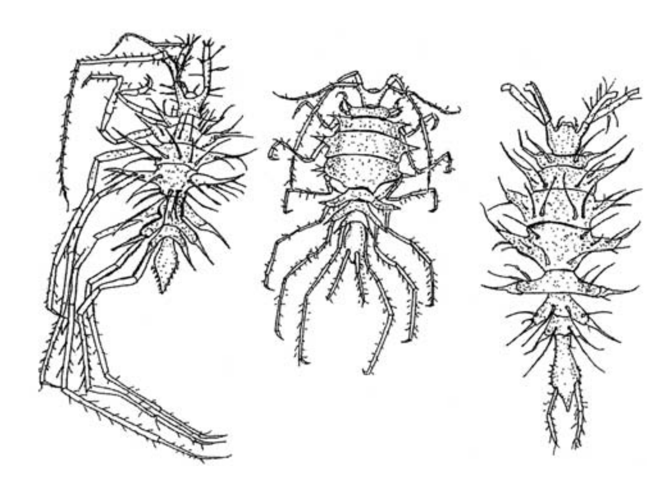
Para comprender la magnitud de la empresa, imaginemos una Enciclopedia de la Vida, en la cual se dedique una página electrónica a cada especie terrestre y que esté a disposición de cualquiera mediante un simple comando. La página consignaría el nombre científico de la especie, una presentación gráfica o genómica del espécimen del tipo primario que determina su nombre y un resumen de sus rasgos característicos. Sería posible acceder a esa página directamente o mediante enlaces de otras bases de datos y se consignaría allí un resumen de todo lo que se sabe sobre el código genético de la especie, su bioquímica, distribución geográfica, posición filogenética, hábitat, rasgos ecológicos y algo no menor: su importancia práctica para la humanidad.

La página en cuestión podría aumentar de tamaño indefinidamente y su contenido se actualizaría con nueva información y estaría supervisado permanentemente por especialistas en el tema. El conjunto de todas las páginas formaría la enciclopedia, cuyo contenido sería, nada más y nada menos, que la totalidad de la biología comparada.

Hay razones imperiosas para elaborar esa enciclopedia. No es la menor entre ellas el nuevo ímpetu que imprimiría al progreso de toda la biología. A medida que nos aproximemos al fin del censo de especies de la Tierra y aumente el contenido de cada una de las páginas reflejando todos los niveles de organización biológica, desde el gen hasta el ecosistema, aparecerán fenómenos nuevos a un ritmo acelerado. Con nuestros magros conocimientos actuales sobre la biosfera y las especies que la componen es difícil imaginar su importancia. ¿Quién puede prever lo que aprenderemos de los micoplasmas, los colémbolos, los tardígrados y otros grupos casi desconocidos? A medida que avancemos en nuestra tarea de exploración, los huecos de nuestro conocimiento biológico saltarán a la vista, como las regiones inexploradas de los mapas. Hacia allí se orientará el interés de los investigadores.

Por primera vez en la historia, será posible hacer un censo que abarque todas las especies de un ecosistema y permita descubrir microorganismos y pequeños invertebrados desconocidos, pertenecientes a especies que todavía no tienen nombre siquiera.

Sólo con un conocimiento tan enciclopédico podrá madurar la ecología como ciencia y tener poder predictivo con respecto a cada especie. A partir de ese conocimiento pormenorizado, podrá hacer también predicciones sobre los ecosistemas individuales.



Tres especies de *Dendrotion*, crustáceos isópodos de las profundidades del Atlántico Norte. (Ilustración tomada de Robert Y. George, "Janirellildae and Dendrotionidae [Crustacea: Isopoda: Asellota] from Bathyal and Abyssal Depths off North Carolina and their evolution", *Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle "Griore Antipa*", 47, 2004, pp. 43-73.)

Uno de los resultados prácticos de todo ese conocimiento será la posibilidad de evaluar el impacto de la actividad humana sobre el medio ambiente con mucho más detalle que ahora. En la actualidad, por ejemplo, nuestras estimaciones sobre la posible extinción de especies se hacen a partir de datos dispersos de los grupos taxonómicamente más conocidos, como las plantas con flores, los vertebrados de tierra y de agua y unos

pocos invertebrados como las mariposas y los moluscos. Esos taxones abarcan solamente el 25% de las especies conocidas y, sin duda, una fracción mucho menor de las desconocidas. En el futuro será posible incluir en esas estimaciones otros invertebrados, entre ellos insectos y nematodos, así como hongos y casi todos los microorganismos, de modo que los cálculos abarcarán la mayoría de las especies del planeta, así como las rutas esenciales que recorre la energía, y los ciclos de la materia.

La Enciclopedia de la Vida hará aportes al bienestar de la humanidad en cada una de las ramas de la biología práctica. Se podrá acelerar el descubrimiento de especies vegetales silvestres adaptables a la agricultura, de nuevos genes para aumentar la productividad de los cultivos y de nuevos productos farmacéuticos. Será posible prever con más precisión y también detener la proliferación de organismos patógenos y de especies vegetales y animales invasoras. Con un conocimiento tan pleno y de tal magnitud, nunca más nos veremos obligados a desechar las oportunidades que nos ofrece el mundo viviente ni nos encontraremos atónitos frente a la súbita aparición de especies destructivas.

La elaboración de una enciclopedia de la vida es inevitable desde el punto de vista lógico al menos por una razón: porque necesitamos consolidar nuestros conocimientos biológicos. En sus primeras etapas,

cuando está surgiendo apenas, el conocimiento forma una matriz dentro de la cual se organizan rápidamente los estudios comparativos. Pero ese proceso se acelerará aun más cuando los procedimientos taxonómicos, que todavía dependen del estudio reiterado de especímenes comprobadamente genuinos y de la bibliografía impresa, sean sustituidos por la fotografía digital de alta resolución, la secuenciación de los ácidos nucleicos y las publicaciones en Internet. Cuando exista más documentación organizada en las páginas dedicadas a cada especie, surgirán nuevas líneas de investigación muy velozmente. Encontrar especies tipo para el laboratorio o la investigación de campo será una tarea mucho más fácil, lo que confirmará el principio de que para cada problema biológico existe una especie ideal que permite resolverlo.

Una enciclopedia de acceso único organizada por especie y en perpetuo crecimiento facilitará la navegación por las ya enormes bases de datos biológicos. Con la ayuda de los motores de búsqueda, será posible detectar perfiles comunes cuyo descubrimiento con otros métodos llevaría enorme esfuerzo y mucho tiempo. También será posible construir principios y teorías, echarlos abajo y volver a construirlos con una transparencia sin precedentes.

En última instancia –ya en un nivel más profundo–, la Enciclopedia de la Vida está destinada, según creo,

a transformar la naturaleza misma de la biología, ciencia descriptiva por excelencia. Si bien descansa sobre la sólida base de la física y la química para formular sus explicaciones funcionales, y sobre la selección natural para enunciar sus explicaciones evolucionistas, la biología se define exclusivamente en la particularidad de sus elementos. Cada especie es un diminuto universo en sí misma, desde su código genético hasta su anatomía, su comportamiento, su ciclo de vida y el papel que cumple en el medio ambiente: un sistema que se autoperpetúa y es producto de una historia evolutiva inimaginable por su complejidad. Cada especie merece que la ciencia le consagre las carreras de los hombres que la practican, y también merece las alabanzas de historiadores y poetas. No se puede decir lo mismo de cada protón o de cada átomo de hidrógeno. Dicho en pocas palabras, ése es, Reverendo, el imperioso argumento moral que aporta la ciencia para salvar la Creación.

IV
Cómo enseñar qué es la creación

Sólo mediante un conocimiento de la biología compartido por muchos, y con una conciencia plena de lo que sus descubrimientos implican para la condición humana, será posible preservar la diversidad de la vida y hacer las paces con la naturaleza.

14
Cómo aprender biología y cómo enseñarla

El ingrediente fundamental del amor al conocimiento es el mismo que el del amor romántico, el amor a la patria o a Dios: pasión por algo. Cuando está acompañado de emociones placenteras, el conocimiento no nos abandona jamás. Sale a la superficie cuando lo convocamos, desencadena otras asociaciones que nos permiten crear metáforas, es la vanguardia del pensamiento creador. Por el contrario, lo que se aprende de memoria pronto se confunde en una maraña de palabras, datos y anécdotas. La fórmula que permite ensanchar la pasión hasta abarcar las ciencias y las humanidades, y por ende la cultura, es la meta de la formación humanista.

No puedo definir esa pasión en unas pocas palabras porque se manifiesta en una multitud de formas imprevisibles. Puedo, en cambio, como muchos otros, dar ejemplos de ella con cierta confianza, a partir de mi experiencia personal. De mis años de estudiante en la Universidad de Alabama recuerdo de manera muy

vívida lo que me enseñaron tres profesores. Han transcurrido más de cincuenta años desde entonces, pero el don que me hicieron ha resistido el paso del tiempo.

Septima Smith era una solterona –así les decíamos entonces a las mujeres maduras que no se habían casado– de cincuenta y tantos años que enseñaba parasitología clínica con la pasión de un instructor de la facultad de medicina. Su universo intelectual era un bestiario de microbios, gusanos y otros invertebrados causantes de enfermedades que hacían estragos en las zonas rurales de Alabama. Nos obligaba a aprendernos todo lo relacionado con ellos con exactitud y sin olvidar nada. En el primer año de la carrera, me puso a analizar frotis de mi propia sangre y preparados de mis excrementos (que dieron resultado negativo, gracias a Dios, pese a todas las excursiones que había hecho al campo en la adolescencia). También tuve que usar los especímenes del laboratorio para determinar el ciclo de vida de las principales especies patógenas. Con Septima, la parasitología no era un mero curso introductorio: era un estilo de vida y bien podría haberse convertido en una profesión si yo hubiera decidido continuar. Como ella ponía tanto empeño en las clases, yo también. Y como sólo esperaba de nosotros demostraciones de excelencia en el estudio, las obtenía. Recuerdo hasta el día de hoy la mayor parte del curso que dictó. Transcurridos tantos decenios, recu-

rro todavía algunas veces en las conferencias que dicto en Harvard a los dibujos que hice entonces para ilustrar el ciclo de vida del parásito que causa la malaria.

Allan Archer no era profesor ni quería serlo, lo que lo hacía aun más interesante. Era curador del Museo de Historia Natural de Alabama, situado entonces, como ahora, casi en el centro del campus universitario. Era una persona afable pero tímida que trabajaba solo en un cuartito al fondo del museo, reorganizando la colección de arañas. Empecé a visitarlo a los 18 años, para conversar sobre las hormigas que estudiaba y escuchar sus improvisadas conferencias sobre la clasificación de las arañas. Fue un vínculo que influyó mucho en mi vida porque se trataba de un biólogo inmerso en un tema aparentemente estrecho pero infinitamente complejo que tenía que ver con la biodiversidad. Archer era un profesional y me trataba como si yo también lo fuera: con él, creció mi confianza en mis propias fuerzas. Me enseñó a hablar como hablan los verdaderos investigadores. No le importaba la riqueza ni la fama; lo único que le importaba era la clasificación y la biología de las arañas. Por decirlo de algún modo, cuando conversaba con él, yo no entendía toda la letra, pero se me grababa la música.

En la vida de todo estudiante debería existir al menos un maestro como Ralph Chermock. Llegó a Alabama con un flamante título de doctor otorgado

por la Universidad de Cornell, cuando yo estaba al comienzo de primer año, y se hizo cargo de mi formación en biología. Yo era el más joven del grupo de discípulos de Chermock (el resto eran todos veteranos de la Segunda Guerra Mundial) y pronto me encontré leyendo y discutiendo artículos científicos sobre la síntesis moderna de la teoría de la evolución. Chermock no era un soñador: creía que el edificio de la biología evolucionista debía construirse sobre la sólida base de un conocimiento de la historia natural adquirido con trabajos de campo. "Nadie es biólogo de verdad si no conoce el nombre de diez mil especies por lo menos", decía. Justamente eso era lo que yo ansiaba: que un maestro carismático me señalara una meta muy difícil. En aquel entonces, los conocimientos sobre la fauna y la flora de Alabama eran todavía muy escasos en comparación con los que se tenían sobre el resto del país. Alentados por Chermock, los fanáticos que integrábamos su grupo salimos a recorrer hasta el último rincón del estado, desde Red Rock Junction hasta Clayhatchee y luego hacia Bayou La Batre, pasando por los puntos intermedios; desde el pie de los Apalaches hasta los bosques de la llanura aluvial de Mobile-Tensaw, sin olvidarnos del intrincado sistema de cuevas que visitamos reiteradamente y que todavía estaban sin explorar. Recogíamos especímenes, especímenes y más especímenes, en su mayor

parte anfibios y reptiles, pero también hormigas y escarabajos. En esos tres años de excursiones hablábamos de historia natural y de la biología de la evolución mientras veíamos los fenómenos con nuestros propios ojos. Hacíamos informes para Chermock. Casi sin darnos cuenta, nos transformamos en científicos que ejercían su profesión, a tal punto que, de hecho, los animales y los datos que reunimos se usan todavía. No estoy seguro de que alguno de nosotros haya llegado a conocer por su nombre diez mil especies; como la mayoría, suelo olvidar los nombres más viejos y recordar los nuevos. No obstante, el hecho de vivir los temas en el campo y el placer que nos daba poner las manos en la masa se hizo carne en nosotros e impregnó nuestro espíritu. Todos fuimos después profesores de biología. Transcurridos ya más de cincuenta años seguimos usando el nombre que nos dimos en aquel entonces, los chermockeses.

La formación en biología no sólo es importante para el bienestar de la humanidad; también lo es para que el resto de los seres vivientes sobreviva. Todos los conservacionistas con quienes he hablado están convencidos de que la indiferencia general de la gente hacia el mundo viviente proviene del fracaso de la instrucción elemental en biología. Ese déficit se ha agravado con un error muy difundido, según el cual las ramas de la biología "rigurosamente científica" son la biolo-

gía molecular, la neurobiología y las investigaciones de medicina, y que el estudio de la evolución y el medio ambiente no lo son. Sin embargo, como ya he dicho, la mitad de la biología actual y probablemente más de la mitad de la biología del futuro estará dedicada a la biodiversidad y el ambiente. Podemos encontrar en ese ámbito buena parte del contenido intelectual característico de la biología, además de algunos temas de importancia inmediata e interés potencial para el público en general.

La amplitud de esta ciencia permite adquirir una formación humanista que apunta a desarrollar seres humanos que no sólo conozcan hechos sino conceptos, que sepan cómo aprender y que sean capaces de pensar por sí mismos y sientan el impulso de hacerlo.

¿Cómo se puede conseguir que la biología forme parte de una educación humanista? Creo que puedo dar una respuesta. Durante la mayor parte de los cuarenta y un años que llevo en Harvard como profesor, tuve el privilegio de dictar introducción a la biología para alumnos que no seguían esa carrera pero debían cursar la materia como parte de lo que, según se decía, era un programa de humanidades. El eje del curso eran los organismos y los ecosistemas. También analizaba a fondo con los alumnos el proceso de la evolución. Mis esfuerzos se vieron coronados al menos con la popularidad: tenía muchos alumnos y recibí los dos premios

que la institución otorga a los profesores del *college*, cualquiera sea su especialidad. Creo que los principios de la enseñanza que fui aprendiendo con los años, ya fuera escuchando a grandes profesores de la universidad o haciendo mi propia experiencia, pueden aplicarse en todas partes a los programas de grado y de posgrado, así como a los cursos avanzados de las escuelas secundarias. He confirmado la importancia de esos principios en ciclos de conferencias y debates que se llevaron a cabo en muchas universidades y centros terciarios dedicados a las humanidades, tanto en los Estados Unidos como en el extranjero.

El primer principio es el siguiente:

La exposición debe ir de lo general a lo particular. Si algo he aprendido en cuatro decenios de experiencia, es que la mejor manera de transmitir el conocimiento y estimular el pensamiento es enseñar cada materia partiendo de lo general y llegando luego a lo específico. Hay que plantear un interrogante de magnitud, de los que ya despiertan el interés de los alumnos y son importantes para su vida. Luego, a fin de enseñar y provocar, hay que ir quitando las capas causales de la ciencia tal como se las entiende en ese momento, de modo que los pormenores técnicos y los debates filosóficos vayan de menor a mayor. Por ejemplo, se puede explicar el envejecimiento y la muerte

con gran profundidad partiendo de los conocimientos de la evolución, la genética y la fisiología, para analizar después las consecuencias que todo ello tiene en la demografía, las políticas públicas y la filosofía. Por último, si se quiere, se puede avanzar lateralmente hacia las consecuencias del fenómeno elegido sobre la historia, la religión, la ética y las artes creadoras. No hay que partir de lo particular para llegar a lo general, empezando por ejemplo con una frase introductoria como ésta: "Veremos en primer lugar algo de esto; luego algo de aquello y combinaremos esos conocimientos más tarde para tener un panorama general". No hay que abordar el cuadro con trazos puntillistas ante estudiantes que se aburren con facilidad. Es necesario esbozar el cuadro general tan rápidamente como sea posible y mostrar por qué es importante para los alumnos y lo será durante toda su vida. Sólo después se puede hacer una disección minuciosa que termine en los cimientos de la ciencia.

Elijamos, por ejemplo, el tema del sexo. No se trata de hablar de cuestiones de anatomía, ni de práctica sexual concreta, ni de fisiología, ni de fertilidad ni de control de la natalidad. Preguntemos, en cambio: en primer lugar, ¿por qué existe el sexo? ¿Cómo contempla el biólogo este tema, en contraposición al filósofo, el teólogo o el novelista? ¿Por qué razón no hay partenogénesis en las mujeres, es decir, por qué no se de-

sarrollan embriones a partir de óvulos no fertilizados, dado que la multiplicación asexual es muy frecuente en el reino animal? ¿Por qué debe haber machos y esperma? Si uno no se detiene en Adán, Eva y la voluntad de Dios cuando busca las causas últimas, las respuestas a estas insólitas preguntas llevan directamente al tema de la diversidad genética. El hecho de contar con dos códigos genéticos distintos otorga a cada persona flexibilidad para enfrentar un ambiente que cambia permanentemente. Para hablar de un caso ya clásico, en buena parte del África subsahariana, el hecho de contar con un gen de la anemia falciforme proveniente de uno de los progenitores brinda protección contra la malaria. Si el gen correspondiente al otro progenitor es normal, el efecto del gen de la anemia falciforme se reduce en tal grado que el individuo no muere por esa enfermedad. En consecuencia, el gen de la anemia falciforme es muy común en todas las regiones en que abunda la malaria, pero jamás sustituye al gen normal.

En general, el hecho de contar con dos códigos genéticos también permite que los progenitores procreen descendientes que difieren más entre sí en su constitución genética, de suerte que al menos uno o unos pocos de ellos podrán sobrevivir en un ambiente que se modifica constantemente. No obstante, la diversidad genética como causa última de la reproducción

sexual es sólo una teoría. ¿Cómo podrían los biólogos comprobar si es cierta? ¿Alguien lo ha hecho ya? (De hecho, es una teoría con sólidos fundamentos pero todavía no fue verificada en forma fehaciente.)

Tales son los medios para provocar a los alumnos, ofrecerles un enfoque nuevo, poner en duda los supuestos y las creencias tranquilizadoras que acarrean, transformarlos en colegas, impulsarlos a indagaciones intelectuales y espirituales propias. Así los preparamos para ingresar en la comunidad de hombres y mujeres cultos, como rezan los rituales de comienzo de clases en Harvard.

Como nos ocurre a todos los profesores de ciencias, uno de los grandes obstáculos que se me presentaron fue la fobia de los alumnos contra las matemáticas, maldición pandémica en la formación del *Homo sapiens*. Tengo la certeza de que muchos estudiantes de Harvard eligieron una carrera de humanidades y decidieron enfrentar las exigencias más verbales de esas disciplinas o eludir mientras les fuera posible las materias de ciencias precisamente porque se creían desprovistos de capacidad para las matemáticas. Tal vez los temas de las ciencias los sedujeran –el origen del universo, la índole del cambio climático, la evolución de la vida y, desde luego, el significado del sexo–, pero el estilo de pensamiento cuantitativo necesario para esas materias pudo parecerles sobrecogedor.

Pues bien, ¡los fóbicos a las matemáticas se equivocan! Las matemáticas no son más que un lenguaje, y un lenguaje no es más que un hábito de pensamiento. Los ideogramas chinos y la argumentación matemática desconciertan por igual a los que no están iniciados, pero son cosa de todos los días para quienes los aprenden en la infancia o en la juventud. Una vez aprendidos los símbolos habituales y las operaciones de las matemáticas, y una vez que su uso se ha practicado reiteradamente hasta que se transforma en una rutina, descifrar una ecuación no es más difícil que leer un pasaje de un libro. Es posible que un texto sobre genética de poblaciones nos deje menos perplejos que el *Ulises*, y seguramente es mucho más fácil de entender que una versión original de *Beowulf*.

Para quienes han evitado el lenguaje matemático, la mejor manera de abordarlo es plantear un problema interesante de la vida real con un enfoque que vaya de lo general a lo particular. He aquí uno de mis ejemplos predilectos. Hay pocos temas que preocupan tanto a la gente como las enfermedades hereditarias o la propensión hereditaria a una enfermedad. En todas las poblaciones humanas hay genes defectuosos que se manifiestan en todo tipo de dolencias, leves o fatales, desde los abortos espontáneos y la mortalidad infantil hasta cientos de afecciones de los niños y los adultos. Las más comunes son la hemofilia, la anemia fal-

ciforme, la fibrosis quística, la corea de Huntington y muchas formas de ceguera al color. ¿Son muy comunes esos genes y los síntomas que causan?

Pondré a prueba la paciencia del lector en los dos párrafos que siguen repitiendo la explicación que les doy todos los años a los estudiantes de Harvard que tienen fobia a las matemáticas. Una vez que el alumno ha aprendido los principios elementales de las leyes de la herencia, las leyes de Mendel, que son en realidad fórmulas matemáticas expresadas sin la notación abstracta habitual en esta disciplina, está listo para comprender la ecuación de Hardy-Weinberg, pilar de la genética poblacional y de la teoría de la evolución. Esa ecuación dice lo siguiente: consideremos que cada persona tiene dos cromosomas del mismo tipo, y que en cualquier lugar determinado de los cromosomas hay un gen que puede ser igual (o no) si pasamos del primero de los dos cromosomas al segundo. En una población humana, contemos el número de genes de cada tipo (debemos recordar que hay dos genes en cada lugar del cromosoma por cada persona, uno por cada progenitor: por lo tanto, el número de genes en ese lugar es el doble de la cantidad de personas). Calculemos ahora el porcentaje de genes del primer tipo, supongamos que es el 80% (frecuencia igual a 0,8) y que el porcentaje de genes del segundo tipo es el 20% (frecuencia igual a 0,2). La ecuación de Hardy-Weinberg indica que en

la población, la frecuencia de organismos (personas en este caso) que portan dos genes del primer tipo en el lugar elegido es igual al cuadrado de la frecuencia de ese gen, es decir, 0,8 x 0,8 = 0,64; y que la frecuencia de organismos que portan dos genes del segundo tipo es también el cuadrado de la frecuencia de ese gen, es decir, 0,2 x 0,2 = 0,04. Por último, el porcentaje de organismos que tiene un gen de cada tipo es el producto de las dos frecuencias multiplicado por 2, en nuestro ejemplo, 0,8 x 0,2 x 2 = 0,32. La suma de las tres frecuencias debe ser igual a 1,0, es decir el 100%, cosa que comprobamos fácilmente: 0,64 + 0,04 + 0,32 = 1,0.

Y eso es todo. Ahora estamos en condiciones de expresar el principio como una ecuación matemática: $p^2 + 2pq + q^2 = 1{,}0$. Si reemplazamos las letras por los números correspondientes, la ecuación adopta el valor (0,8 x 0,8) + (2 x 0,8 x 0,2) + (0,2 x 0,2) = 1,0. También se puede deducir la ecuación de Hardy-Weinberg de los principios mendelianos fundamentales de la herencia, como lo hicieron hace un siglo Godfrey H. Hardy y Wilhelm Weinberg escribiendo apresuradamente en el revés de un sobre.

¿En qué reside la importancia de la ecuación de Hardy-Weinberg? Comencemos hablando de los genes comunes que pueden detectarse de un vistazo y muchos de los cuales son recesivos (sus efectos quedan bloqueados en presencia del gen dominante) pero se expre-

san cuando hay dos genes similares. Hay ejemplos que los alumnos pueden comprobar personalmente sin abandonar sus asientos en el aula: el lóbulo de la oreja puede estar unido al resto de la cabeza o puede estar suspendido y libre; la habilidad para arquear la lengua formando un tubo; el nacimiento del cabello puede formar un pico sobre la frente o no; un individuo puede tener la habilidad de curvar el pulgar totalmente hacia atrás o no. Comprobadas estas características en el alumnado, podemos estimar de inmediato la frecuencia de esos genes en la población, así como la frecuencia de individuos con un par de genes recesivos y de los que tienen sólo un ejemplar del gen dominante. Llegado a este punto, el profesor puede comentar que, si bien el hecho de tener el nacimiento del cabello en pico o el lóbulo de la oreja adherido a la cabeza no acarrean inconvenientes, la misma ecuación de Hardy-Weinberg rige también para los genes que causan enfermedades. Por consiguiente, esos principios son una parte importante de la medicina moderna. Casi todos los alumnos conocen a alguien que es portador de genes defectuosos de esta índole, a menudo un pariente.

Pasemos ahora al segundo principio de la enseñanza:

No hay que limitar la exposición a la biología. El actual crecimiento explosivo del conocimiento, en particular del conocimiento científico, ha originado una

convergencia de distintas disciplinas, de suerte que los estudios interdisciplinarios son una realidad concreta y no mera retórica. La biología, por ejemplo, es en la actualidad un caleidoscopio de subdisciplinas híbridas que evoluciona con enorme rapidez. En las revistas científicas y en los programas académicos pululan los nombres de insólitas ramas del conocimiento, como genética molecular, neuroendocrinología, ecología del comportamiento y sociobiología.

El campo de la biología se ha ampliado y alcanza ya las fronteras de las ciencias sociales, y éstas también se han expandido abarcando temas biológicos. En consecuencia, lo que antes se veía como una divisoria de aguas epistemológica entre grandes ramas del conocimiento adquiere ahora en las nieblas académicas un aspecto muy distinto y mucho más interesante: aparece una ancha franja intermedia de fenómenos desconocidos que pueden abordarse en cooperación desde ambas márgenes de la antigua divisoria epistemológica. Hay disciplinas situadas en uno de los bordes de esa franja intermedia, como la neurociencia y la biología de la evolución, que ya han establecido vínculos con sus vecinas más próximas del otro lado: la psicología y la antropología.

La franja intermedia es una región de progreso intelectual sumamente veloz. Además, se ocupa de temas que interesan a los estudiantes (y al resto de los seres humanos): por mencionar sólo algunos, la naturaleza

y el origen de la vida, el significado del sexo, los fundamentos de la naturaleza humana, el origen y la evolución de la vida, por qué debemos morir, los orígenes de la religión y de la ética, las causas de nuestra actitud estética, el papel que desempeña el medio ambiente en la evolución genética y cultural del hombre.

Tercer principio de la enseñanza:

La resolución de problemas debe ser el eje de la enseñanza. Si la exposición que va de lo general a lo particular es eficaz, como lo es sin duda, y si, además, las disciplinas convergen y se mezclan, parecería que el mejor enfoque para una formación general en el futuro debería estar más orientado hacia la resolución de problemas, en lugar de estar tan orientado hacia la disciplina en sí. El problema (el gran tema) que debe abordar un curso planteado desde lo general hacia lo particular abarca cuestiones como éstas: la índole y las consecuencias de la naturaleza humana, los fundamentos del razonamiento, o la escasez de agua dulce y sus posibles soluciones. Semejante enfoque exige cierta amplitud por parte del instructor o, al menos, una enseñanza impartida en equipo por distintos especialistas.

En mi opinión, hay algo de inevitable en la unidad del conocimiento pues esa unidad refleja la vida real. El curso de los acontecimientos indica que la gente instruida debe estar hoy en mejores condiciones que ayer

para abordar con coraje y en forma analítica las grandes cuestiones que se nos plantean siguiendo un camino que recorra diversas disciplinas. Estamos a las puertas de la era de la síntesis, y ya hemos dado algunos pasos empíricos concretos en ese rumbo. *Sapere aude*: atrevámonos a pensar por cuenta propia.

Cuarto principio:

Ir a fondo y recorrer mucho. Durante el primer año de estudios universitarios, todo alumno debe comenzar a plantearse estratégicamente su propia formación. El mejor método para hacerlo tiene la forma de una letra T. El trazo vertical representa la voluntad de ir a fondo en la especialidad, mientras que el trazo horizontal representa la amplitud de experiencia que otorga una formación humanista. La especialización tiene como meta el trabajo profesional o la preparación necesaria en la carrera de grado. Las humanidades brindan flexibilidad y madurez intelectual. Desde luego, la mayoría de las universidades y *colleges* con carreras de cuatro años tienen como objetivo una formación combinada de este tipo. Se supone que en el segundo año de estudios los estudiantes elijan una disciplina que será su campo de especialización, como la lengua inglesa, la economía o la biología, pero que también sigan cursos optativos de un terreno intelectual mucho más amplio. Sin embargo, a la mayoría de los alumnos hay

que convercerlos de que ésa es la mejor estrategia para su formación.

En el caso de los que se dedicarán a la biología, les daré el mismo consejo que les di a cientos de alumnos de Harvard, cualquiera fuera su plan de estudios. Helo aquí: apenas se sienta en condiciones de hacerlo, elija un campo de la biología al cual se dedicará y considere que el resto de la disciplina es parte de su formación general. Confíe en su intuición, estudie profundamente la biología molecular, la biología del comportamiento, la ecología o cualquier otra disciplina o combinación de disciplinas que se hallen dentro de las ciencias biológicas en sentido lato. Haga algunas incursiones en otros temas para precisar el núcleo de su futura actividad intelectual.

Aunque, como era de suponer, la mayoría de los alumnos que cursaban biología entre las materias de interés principal se proponían seguir la carrera de medicina, el 25% de ellos o más habían elegido la biología de campo. Tomaron esa decisión aunque sabían que las oportunidades de trabajo eran realmente escasas. Jamás vacilé en decirles a esos futuros naturalistas que siguieran los impulsos de su corazón.

Quinto y último principio:

Entrega. Vuelvo ahora a la pasión como motor del conocimiento. La labor del maestro es mucho más efi-

caz cuando se expresa en el arte de enseñar y en el manifiesto amor por la materia que uno dicta, en sí misma. Los alumnos de la escuela secundaria y de los primeros años de la universidad buscan su propia identidad, pero también anhelan encontrar una causa que los exceda. De alguna manera, alcanzarán los rasgos de la madurez, sean estos nobles o viles. Entretanto, necesitan mentores en los cuales confiar, héroes que quieran emular y triunfos concretos y perdurables.

Intentaré demostrar ahora que la naturaleza es un escenario ideal para el despliegue de esas aptitudes mentales.

15
La formación de un naturalista

El camino hacia la naturaleza comienza en la infancia y por esa razón lo ideal es presentar la ciencia biológica al ser humano en sus primeros años de vida. Todos los niños son naturalistas exploradores incipientes. El espíritu de los cazadores, los recolectores, los exploradores, los buscadores de tesoros, los geógrafos y los descubridores de mundos nuevos está presente en el corazón del niño, tal vez en forma rudimentaria, pero siempre ansioso por expresarse. Desde tiempos inmemoriales, los niños se criaron en contacto íntimo con los ambientes naturales. La supervivencia de la tribu dependía de un conocimiento íntimo, táctil, de las plantas y los animales silvestres.

Más tarde, después de millones de años de existencia en esas condiciones, apareció la agricultura, revolución que arrancó a la mayoría de los individuos del hábitat en que habían evolucionado sus antepasados. Los hombres alcanzaron así una mayor densidad de población, al precio de quedar encadenados a entor-

nos muchos más simples. Así, pasaron a depender de un número mucho más reducido de especies vegetales y animales que sólo podían cultivarse en un ambiente empobrecido biológicamente por la labranza reiterada. A medida que poblaciones cada vez más numerosas cuyo sustento era el excedente agrícola emigraban hacia aldeas y ciudades, los hombres se alejaron cada vez más de su medio ambiente ancestral. Hoy en día, la mayor parte de la humanidad habita en un mundo artificial. En gran medida, hemos olvidado la cuna y la morada primigenia de nuestra especie.

No obstante, alientan todavía en nosotros los instintos ancestrales que se expresan en las artes, los mitos y la religión, en los jardines y en los parques, y en deportes como la caza y la pesca, tan extraños cuando uno se detiene a pensar en ellos. Los estadounidenses dedican más tiempo a los zoológicos que a los acontecimientos deportivos y mucho más aun a deambular por las reservas silvestres y los parques nacionales, cada vez más concurridos. Las actividades recreativas que se desarrollan en los bosques nacionales y las reservas naturales –es decir en las zonas de ellas que no han sido aún taladas– generan mucha riqueza y aportan más de 20.000 millones de dólares anuales al producto bruto interno. Las imágenes de la naturaleza silvestre abundan en la televisión y en las películas que se ven en el mundo industrializado. Tener

una casa de fin de semana, por lo general en un ambiente pastoral o natural, es un signo de riqueza pero también un refugio donde se puede alcanzar cierta paz espiritual y retornar a algo perdido pero no olvidado. La observación de aves se ha transformado en un *hobby* sumamente importante y en una industria sólida.

La profesión de naturalista no es una mera actividad sino un honroso estado espiritual. Entre los héroes de nuestro país, están los que lograron expresar su valor y protegieron la naturaleza: John James Audubon, Henry David Thoreau, John Muir, Theodore Roosevelt, William Beebe, Aldo Leopold, Rachel Carson, Roger Tory Peterson. En todo el mundo, en las culturas que aún están cerca de la naturaleza se aprecia el talento para la historia natural. Los que dependen de la caza o la pesca artesanal y practican la agricultura para su exclusivo sustento apuestan la vida a conocer bien la naturaleza. El psicólogo cognitivista Howard Gardner ha dicho que esa aptitud para conocer la naturaleza se cuenta entre las ocho categorías principales de la inteligencia:

> El naturalista innato demuestra idoneidad para reconocer y clasificar las numerosas especies –la fauna y la flora– propias de su medio ambiente. En todas las culturas se tiene en gran estima a la

> gente que, además de saber identificar a los individuos de especies valiosas o especialmente dañinas, es capaz de catalogar organismos nuevos o poco conocidos. En las culturas que carecen de una ciencia formal, el naturalista es la persona más diestra en la aplicación de las "taxonomías vulgares" sancionadas por el uso; en la cultura que tiene orientación científica, el naturalista es el biólogo que reconoce y clasifica especímenes conforme a las taxonomías formales aceptadas.

Las aptitudes cognitivas del naturalista de talento se manifiestan también de muchas otras maneras, incluso en las actividades prácticas de las sociedades industrializadas. "El niño que puede discriminar fácilmente plantas o aves o dinosaurios –observa Gardner– hace uso de esas mismas aptitudes (o del mismo tiempo de inteligencia) para clasificar zapatillas, autos, sistemas de audio o canicas", y agrega: "es posible que el talento de los artistas, poetas, sociólogos y naturalistas para reconocer perfiles y patrones que se repiten se fundamente en las aptitudes perceptivas esenciales de la inteligencia propia del naturalista espontáneo".

Dije ya que la biofilia, esa atracción innata por el mundo natural, aportó a los individuos y a las tribus una ventaja adaptativa en la historia de la evolución. En la actualidad, la historia natural retorna al seno de

la biología y conseguirá ampliar sus fundamentos para transformarla en una ciencia más orientada hacia el hombre y más humana.

¿Cuál es la mejor manera de cultivar esa innata inteligencia de naturalista en todos los niños? ¿Y cuál es el método para fomentar la excelencia entre los que demuestran talento para la historia natural? Son interrogantes que no han despertado demasiado interés entre los psicólogos que se dedican a la investigación. Me permitiré recurrir de nuevo a mi experiencia personal y a lo que he aprendido hablando a lo largo de años con padres, maestros y niños.

La mente del niño se vuelca hacia la naturaleza viviente desde muy temprano. Si se la estimula, despliega sus alas, y el vínculo con la vida en general se afianza. El cerebro está programado para aprender; según los psicólogos, los seres humanos están preparados en forma innata para el aprendizaje: todos recordamos con facilidad y placer algunas experiencias. Al mismo tiempo, estamos predispuestos a evitar el aprendizaje de ciertas experiencias o, en último caso, a aceptarlas y evitarlas luego. Por ejemplo, nos atraen las mariposas pero sentimos rechazo por las arañas y las víboras.

La lógica biológica y evolutiva de esa aptitud sesgada para aprender es muy simple: los indicios que anuncian la presencia de elementos del medio ambiente sanos y productivos refuerzan genéticamente una res-

puesta positiva, de modo que no es necesario enseñarlos ni repetirlos; análogamente, los indicios que anuncian peligro refuerzan una respuesta negativa.

Tengo varias sugerencias comprobadas a lo largo del tiempo para los padres y los maestros que quieren cultivar las aptitudes de naturalista de un niño. Hay que comenzar temprano: el niño está preparado ya. Ábranle las puertas de la naturaleza, pero no lo empujen para que las atraviese. Piensen que el niño es un cazador-recolector y bríndenle ocasión de explorar al aire libre y observar en los zoológicos y museos. Permítanle indagar, solo o en grupos pequeños de mentalidad afín a la suya. Dejen que perturbe un poco a la naturaleza, sin vigilarlo y sin orientarlo. Consíganle guías de campo, binoculares e, incluso, microscopios. Si es posible en la casa, o en la escuela por lo menos. Acicateen su iniciativa y elógienla. Cuando llegue a la adolescencia, permítanle emprender aventuras con otros, viajar a zonas silvestres y al extranjero según se presenten las oportunidades y la economía familiar lo permita. Dejen que aprenda todo con su propio ritmo. Si lo hacen, puede suceder que el joven decida luego dedicarse al derecho, al marketing o a las fuerzas armadas, pero seguirá siendo un naturalista toda la vida y lo agradecerá.

Espero que estas recomendaciones hayan dejado en claro que transformarse en naturalista no es lo

mismo que estudiar álgebra o un idioma extranjero. Sería un grave error pretender presentarle la naturaleza a un niño llevándolo a un parque o a un vivero donde cada especie de árbol o de arbusto lleva una etiqueta con su nombre. El niño es un salvaje en el mejor sentido de esta palabra: necesita palpitar con cada descubrimiento, hacer muchas travesuras y aprender todo lo que pueda por su cuenta.

También se pueden intentar otras cosas, como comprar un pequeño microscopio compuesto. Los hay ahora no más caros que una patineta o un pasaje a Disney World. Sugiérale que observe gotas de agua de una laguna a las cuales se hayan agregado con un gotero plantas acuáticas o algas. No le indiquen qué debe buscar; limítense a decirle que será algo distinto de lo que vio hasta entonces. Así, el niño podrá ver lo mismo que sorprendió a Robert Hooke, Antony van Leeuwenhoek y Jan Swammerdam, primeros microscopistas del siglo XVII: un *Jurassic Park* en miniatura, habitado por rotíferos traslúcidos que cambian continuamente de forma, reptan entre los detritus, contraen y extienden cilias que parecen cabellos para crear corrientes de agua circulares; un mundo en el que los protozoos avanzan como flechas y giran en el agua, chocando con los obstáculos que encuentra como borrachos; un universo de cristalinas diatomeas, y mucho más, infinitamente más podría decir.

Tuve esa experiencia a los 8 años. Mis padres me regalaron un microscopio, no recuerdo por qué, ni importa saberlo. Allí encontré un mundo propio, un universo agreste y sin ataduras, sin plásticos ni maestros ni libros, sin nada que fuera previsible. Al principio no sabía los nombres de los moradores del agua ni qué estaban haciendo. Tampoco lo sabían los primeros hombres de ciencia que miraron por un microscopio. Como ellos, aprendí a graduar la óptica para observar objetos del tamaño de una mariposa, o de otros tamaños. Jamás pensé en lo que hacía en esos términos, pero era ciencia pura. De mí se puede decir lo mismo que de cualquier otro niño en condiciones similares y lo que dijo Leeuwenhoek de sí mismo: que no había emprendido su trabajo "para ganarme los elogios de que ahora disfruto sino por mi avidez de conocimientos, afán que, según observo, tengo en mayor medida que la mayoría de los hombres".

La sed de conocimientos puede acicatearse siguiendo los arquetipos que gobiernan el desarrollo de la mente. Entre los 8 y los 12 años de edad, muchos niños eligen lugares secretos para esconderse. Lo ideal son las cuevas o los edificios abandonados pero, de hecho, cualquier lugar apartado que garantice intimidad puede cumplir la misma función. Se puede construir un refugio con madera de árboles jóvenes (cosa que yo hice, con la mala suerte de que el arbusto elegido era un roble

venenoso),* trozos de madera, leños abandonados entre los rescoldos y otros materiales improvisados. Una casa construida en un árbol es ideal porque brinda máxima intimidad y protección. Los bosques, incluso los bosquecillos secundarios, son una opción lógica en estos casos. En ese lugar secreto, el niño –acompañado tal vez por un par de amigos– colecciona revistas, lee, habla hasta por los codos y observa el terreno circundante.

Los niños son cazadores de tesoros y coleccionistas innatos. Si se les da acceso a un ámbito natural, es probable que empiecen buscando rocas ("piedras preciosas"), reuniendo especímenes de mariposas y otros insectos, y dando albergue a animales pequeños de todo tipo. Es una actividad que merece aliento. No debemos tener una actitud aprensiva. Los sapos, las víboras (las que no son venenosas) y los pececitos de agua dulce son magníficos. Después de poner a prueba el límite de tolerancia de mis padres trayendo a casa unas víboras, di albergue a unas viudas negras a las que alimentaba con moscas y cucarachas. Las colonias de hormigas alojadas en nidos artificiales son estupendas en todo sentido: las obreras se ajetrean día y noche y pronto convierten un montón de tierra en su casa y de

* Este nombre se usa para la especie *Rhus diversiloba*, que es un tipo de hiedra, y se aplica también a cualquier tipo de hiedra venenosa. [N. de la T.]

ahí parten para buscar alimento, marcando el camino con un rastro de olor invisible. Las hormigas tienen un efecto sedante, como los peces de los acuarios, y son un excelente material científico para la escuela.

Para producir un efecto enorme en poco tiempo, recomiendo llevar al niño a la playa y proponerle que haga una colección de las criaturas que vaya encontrando. En las zonas pobladas y en las playas muy concurridas, se puede usar una cámara digital para todos los animales que sean muy pequeños o recoger todo lo que se encuentra para devolverlo al mar. En las playas de arena, entre las algas marinas arrastradas por el mar, se esconden legiones de diminutos insectos, crustáceos y moluscos bivalvos; animales misteriosos o fragmentos de ellos llegan a la costa desde aguas más profundas. En los charcos que se forman entre las rocas de otros tipos de playa habitan infinidades de pequeños crustáceos, caracoles, anémonas de mar, erizos y estrellas de mar, además de otros animales menos conocidos propios de las aguas marinas poco profundas. Al cabo de un tiempo, recomiendo al adulto abrir una guía y ayudar al niño a descubrir los nombres de los animales que ha encontrado. Si además tiene a mano un pequeño microscopio compuesto, sugiérale que observe algunas gotas de agua tomadas de los charcos de algas y de las rocas. De ese modo, abrirá otra ventana a la biodiversidad.

Al niño que se une a un grupo de observadores de aves le aguardan aventuras de otro tenor. Pese a la edad que tengo, la miopía y mi profesión de entomólogo, me estremezco todavía cuando veo águilas, grullas e ibis. No hace mucho, mientras recorría en un esquife las aguas del río Pascagoula, en Mississippi, me sentí transportado cuando vislumbré unos diez barriletes que parecían golondrinas por su cola y daban vueltas sobre mí o se lanzaban en picada para beber unos traguitos en el río.

En ese ámbito, entre los observadores de aves, todos ellos naturalistas con amor por la aventura, el niño puede hallar verdaderos ejemplos. Hay algunos solitarios excéntricos entre ellos, pero también médicos, pastores, plomeros, ejecutivos de empresas, oficiales de las fuerzas armadas, ingenieros y miembros de casi todos los gremios y profesiones. Los une una pasión común. Mientras están en el campo al menos, son los individuos más agradables y fervorosos que he conocido en mi vida.

Lleve al niño al zoológico, pero con algún objetivo. No se limite a vagabundear pasivamente entre los ejemplares expuestos: elija uno para estudiarlo más de cerca. Los reptiles siempre son una atracción, como los grandes mamíferos, pero también suscitan interés en el niño las más diminutas de las criaturas. Hace bastantes años que en el Parque Zoológico de Washington, la mayor

atracción es la colección de insectos. Desde su inauguración en 1987, el lugar más concurrido ha sido la Mesa de Suelos, largo cajón relleno con tierra y un lecho de hojas de los bosques de alrededor. Los visitantes –en su mayoría niños y niñas– exploran ese mundo en miniatura para ver los innumerables insectos y pequeños invertebrados que viven en su interior. Se les permite rastrillar y levantar material a fin de exponer los animales a la vista e identificarlos como si fueran entomólogos en su trabajo de campo.

Una visita a un acuario puede tener efectos similares. A toda la gente, incluso a los niños, les encantan los tiburones tanto como los dinosaurios, con la ventaja de que los tiburones están *vivos*. También impresiona el esplendor de un arrecife de coral reconstruido, con la enorme diversidad de formas de vida que lo caracteriza y que pueden abarcarse de una sola mirada.

Es recomendable el jardín botánico, en el cual se puede visitar una selva aluvial simulada y empaparse de su grandeza. Otra fuente de interés son las exposiciones de orquídeas, que se pueden recorrer como una galería de arte en la cual se exhiben las plantas con flores más diversas de la tierra y, según algunos, las más bellas.

La alegría de aprender surge de la libertad para explorar. El deseo de más conocimientos nace del conocimiento adquirido por iniciativa propia. La confianza

en sí mismo de cada niño se apoya en el conocimiento del novedoso y bello mundo que lo aguarda. La formación de un naturalista se parece a la de un músico o un atleta: excelencia para los que tienen talento, placer duradero para el resto y beneficios para toda la humanidad.

16
Ciencia cívica

Reverendo, nos acercamos al fin del viaje al que lo invité. En la formación del naturalista influyen también otras cosas, además de la realización personal y la conservación de la vida, aunque con eso hay más que suficiente. Por otra parte, la historia natural científica es una de las pocas disciplinas a la que cualquier persona interesada puede hacer aportes originales. Los datos recopilados ingresan directamente a registros permanentes, que utilizan los investigadores en ecología, biogeografía, biología conservacionista y otros campos de especialización.

La información que aportan los científicos aficionados es necesaria, hoy más que nunca, y tiene valor permanente. Los datos aportados no serán considerados redundantes ni meras confirmaciones de conocimientos existentes. Hay demasiados tipos de organismos distintos y muy pocos científicos como para que la información se superponga. Ya dije que se han descrito hasta ahora entre 1,5 y 1,8 millones de especies

y que quedan otros 10 millones por descubrir. Además, menos del 10% de las especies conocidas han sido estudiadas con profundidad. Es necesario hacer mapas de su distribución geográfica, registrar los hábitats, estimar el tamaño de cada población y determinar los ciclos de vida. ¿Cuántos científicos profesionales y aficionados hay para llevar a cabo semejante investigación? En todo el mundo hay solamente seis mil especialistas dedicados a la identificación y clasificación de organismos. De todos ellos, casi la mitad reside en los Estados Unidos. Para que el estudio de la fauna y la flora terrestres avance, esos investigadores sobrecargados de trabajo necesitan más ojos, más pies para recorrer las regiones pertinentes y más ideas nuevas.

Este tipo de colaboración entre los profesionales y los legos ha comenzado a difundirse en el mundo entero. En la vanguardia de ese trabajo en colaboración está el proyecto de hacer censos completos de todas las formas de vida existentes en determinadas localidades. Los inventarios totales de especies de este tipo se multiplican ya en diversos sitios: lagunas y lagos de Dinamarca y Japón, selvas aluviales de Costa Rica y el Amazonas, las Islas Galápagos y prácticamente la totalidad de Inglaterra, esto último gracias a legiones de abnegados naturalistas que vienen trabajando desde hace más de dos siglos.

En los Estados Unidos, uno de los proyectos de más ímpetu es el que se desarrolla en este momento (2006) en el Parque Nacional *Great Smoky Mountains*, reserva que atraviesa la cadena meridional de los Apalaches, en Carolina del Norte y Tennessee. Ese proyecto, que abarca todas las especies del lugar, se denomina ATBI, sigla que corresponde a *All Taxa Biodiversity Inventory* [Inventario de la Biodiversidad que Incluye todos los Taxones] y cuenta con la colaboración de especialistas en todo tipo de organismos de América del Norte. Con la ayuda de voluntarios y un presupuesto muy escaso, se ha transformado en una empresa de envergadura dentro de la investigación biológica y ha servido, además, como centro de enseñanza para estudiantes de todo nivel, desde la escuela elemental hasta individuos que están cursando su doctorado o estudios posdoctorales.

Las montañas de la Apalachia meridional son las cordilleras más antiguas de América del Norte que no fueron cubiertas jamás por hielos continentales. Por consiguiente, sus bosques son los de mayor biodiversidad. En los arroyos de las zonas altas pululan las moscas de mayo o efímeras, los plecópteros y otros delicados insectos efímeros cuyo linaje es más antiguo que la era de los reptiles. En las montañas y en sus estribaciones habita la mayor concentración de especies de salamandras del mundo entero: las hay de varios tonos

de castaño, amarillas, doradas y verdes, rojas y negras, con distintos dibujos. Hay pececitos que no pueden hallarse en ningún otro lugar y que son específicos de cada valle. También hay en el suelo legiones de tardígrados, lentos animales que se alimentan de esporas y que también se conocen como "ositos de agua"; pulgas saltonas* que pueden saltar distancias enormes para ellos –como si un ser humano saltara un kilómetro–; oribátidos con caparazón que parecen una cruza entre una araña y una tortuga; insectos entotrofos, dipluros, nematodos y otros diminutos invertebrados que sólo pueden reconocer los especialistas. Y ésa es sólo la punta del iceberg de la diversidad, porque el número de especies de hongos es similar y el de especies de bacterias, mucho mayor.

El inventario del parque *Great Smoky Mountains* es realmente impresionante. Desde principios de 1998 hasta el verano boreal de 2004, se agregaron 3.314 especies de todo tipo de organismos a las que ya estaban registradas en el parque y, por consiguiente, a las que se conocían en los ecosistemas de los Apalaches. Se descubrieron 516 especies totalmente desconocidas hasta entonces, es decir, especies que nadie había observado en otra

* El autor dice "*springtails*", nombre vulgar que se aplica en los Estados Unidos a los artrópodos del orden Collembola, que se impulsan para saltar con una estructura bifurcada que los proyecta en el aire. [N. de la T.]

parte. Algunos de estos novedosos animales son microscópicos y extraños, pero no todos. Entre ellos hay veintiocho especies nuevas de cangrejos de río y crustáceos copépodos, veinticinco especies de escarabajos y setenta y dos especies de mariposas y polillas. Debemos tener presente que semejante abundancia de descubrimientos no corresponde a algún recóndito lugar del Amazonas sino a localidades que están al alcance de cualquier estadounidense que tenga automóvil.

El espíritu de esta empresa de investigación cooperativa se refleja plenamente en lo que cuenta David Wagner, que encabeza el equipo de los lepidópteros (polillas y mariposas):

> A las 3:00 p.m. del 19 de julio de 2004 salimos del salón de Sugarlands y nos dispersamos en abanico hasta los confines del parque. En más de cuarenta estaciones de recolección representativas de las numerosas elevaciones, comunidades vegetales y tipos de bosque del parque, se instalaron extraños dispositivos para recolectar especímenes, sábanas y trampas iluminadas con lámparas de vapor de mercurio y de luz negra. A las 8:00 a.m. se llevaron a Sugarlands los tesoros recolectados por la noche –legiones de mariposas y polillas nocturnas– para su clasificación, identificación, recuento, ingreso en la base de datos y autenticación, tareas que se lleva-

> ron a cabo a lo largo de dos días, sin interrupción alguna. Fue una verdadera proeza, estimulada por innumerables tazas de café y pasteles, pero el miércoles por la tarde, cuando todo el polvo y las cascarillas se asentaron, nuestro equipo de cuarenta miembros tenía registradas y autenticadas 795 especies de polillas y mariposas.

Se tomaron muestras de ADN de 642 especies para su posterior secuenciación. Decodificando luego una sección de 700 pares de bases del genoma mitocondrial de cada espécimen e ingresando los datos en un sitio web denominado "Barcodes of Life" [Códigos de barras de la vida], fue posible identificar muchas de las especies recogidas en otras excursiones, aun en los casos en que sólo se contaba con fragmentos de tejido adulto o de las orugas. Puesto que las orugas son totalmente diferentes en su aspecto de las mariposas adultas después de la metamorfosis, las secuencias de su ADN son necesarias para saber cuáles son las plantas que constituyen su alimento y completar así el ciclo de vida de la especie.

El uso del código de barras demuestra con qué rapidez confluyen distintos campos de la biología en los reconocimientos donde colabora la ciudadanía. Desde la década de 1990, los progresos tecnológicos han acelerado las investigaciones sobre biodiversidad en todas partes del mundo. Se combina la fotografía digital de

alta resolución con un programa de computadora que genera imágenes tridimensionales de los insectos y organismos más diminutos usando procedimientos similares a los que se utilizan en medicina para tomar una tomografía. Luego, se transmiten electrónicamente las imágenes, lo que permite compartir la información casi al instante. Museos y herbarios han comenzado a fotografiar y colocar en línea imágenes de especies vegetales y animales conocidas, algunas correspondientes a especímenes autenticados de más de un siglo. Todavía se halla en etapa de proyecto la posibilidad de estudiar especímenes con robots manejados por control remoto, técnica que permitirá al investigador manipular y ampliar especímenes de museos situados en cualquier lugar de la Tierra. Esas técnicas facilitarán la actualización de las clasificaciones y acelerarán aun más los trabajos de campo sobre biodiversidad.

La disponibilidad de bases de datos sobre biodiversidad a través de unos pocos sistemas gratuitos de acceso único y comandos sencillos ya ha producido efectos enormemente beneficiosos para biólogos y estudiantes. Por ejemplo, ¿quiere contar con una guía de campo sobre las mariposas de la Argentina en su próxima excursión a América del Sur? ¿Desea acaso ponerse en contacto con alguien práctico con los peces de agua dulce de Botswana? ¿Necesita información sobre los helechos de Sumatra? ¿Sobre todas las plantas

y los animales del parque *Rock Creek*? No hay ningún problema. Dentro de un decenio o dos, será posible conseguir una guía de campo hecha a medida de cualquier grupo que viva en cualquier parte del mundo, siempre que haya sido previamente estudiado. Por mi parte, ya he comenzado a seguir esta rutina durante mis excursiones para estudiar hormigas de las Antillas. Cuando dispongamos de suficientes imágenes autenticadas de las especies vegetales y animales, será posible compaginar guías a pedido, incluso desde los campamentos más remotos.

La etapa siguiente para construir un mapa de la biodiversidad terrestre será la compaginación de la mencionada Enciclopedia de la Vida, proyecto iniciado ya en el Museo Nacional de Historia Natural de los Estados Unidos. Se crea una página electrónica para cada tipo de organismo –sea éste conocido desde hace tiempo o recientemente descubierto– y se consigna en ella todo lo que se sabe sobre la especie. Las páginas se actualizan constantemente. En esta tarea, los estudiantes y los científicos aficionados pueden hacer su aporte. La historia natural científica, desde los pormenores de los ciclos de vida hasta el comportamiento de los ecosistemas, es una rama importante para el futuro de la biología, pero entraña tareas que exigen mucha mano de obra y son relativamente lentas. Además, el estudio de las especies menos frecuentes depende a menudo

de hallazgos casuales. Ni siquiera los especialistas pueden acariciar la esperanza de hacer más que un número limitado de descubrimientos anuales de esa índole sobre cualquier tipo de organismo en particular. La colaboración de los aficionados acelera mucho el proceso. Por ejemplo, puede ser que alguien observe una población de mariposas que, en estado larval, se alimenta de un tipo de planta en Suecia, en el límite septentrional del territorio de la especie, y que otra persona observe que la misma especie se alimenta con una planta totalmente distinta en Italia, límite meridional de la población. Otro caso: puede ocurrir que la población de una determinada especie de ranas esté creciendo en Kansas pero reduciéndose con peligro de extinción en Colorado. Puede ser que una mariposa sea poco frecuente en las islas Fiji pero que su población experimente un crecimiento explosivo que la transforma en una plaga en Samoa. Ésos son los datos finos necesarios para determinar los efectos de los cambios climáticos y otros factores ecológicos.

El aporte de los aficionados para estudiar la biodiversidad comienza a menudo con una campaña intensiva (*bioblitz*), que es algo así como una búsqueda de tesoros ideada para encontrar e identificar el mayor número de especies posible en una zona durante un período de veinticuatro horas. Especialistas profesionales y aficionados se reúnen en algún sitio de interés

en un momento preestablecido para charlar con entusiasmo y asistir luego a almuerzos y cenas a cargo de los residentes del lugar. Después, se dispersan en todas direcciones para localizar e identificar todas las especies correspondientes a la categoría vegetal o animal que hayan elegido. Lo ideal es que trabajen en grupos pequeños encabezados por un especialista, grupos que con frecuencia incluyen estudiantes, amigos y adláteres interesados en el tema. Así, comienzan a hacer una lista de aves, libélulas, líquenes, árboles, musgos: cualquier categoría de seres vivientes sobre los cuales exista una guía. Se recolectan los especímenes de las especies comunes y se fotografían los de especies raras. Al cabo de las veinticuatro horas, todos se reúnen para compaginar y tabular los resultados. Reanimados por una buena comida y copas diversas, los excursionistas intercambian notas y relatos de su aventura: "Creo que encontré un ejemplar de una especie desconocida de escarabajo de tierra; o es de una especie nueva o de alguna que tiene un territorio muy extenso". "Déjame verlo. Debo haber encontrado otro igual. Seguro que es una especie extranjera que llegó aquí no hace mucho." Los ejemplares más valiosos se envían a los museos y herbarios para que trabajen con ellos los especialistas.

Por lo que sé, la primera de estas campañas que llevan el nombre de *bioblitz* fue la que se realizó en la laguna Walden de Massachusetts el 4 de julio de 1998,

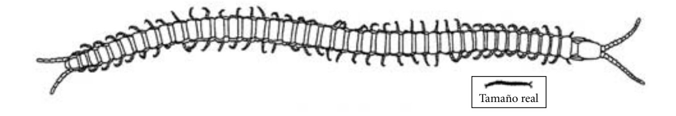
que se extendió a zonas adyacentes de Concord y Lincoln. Se eligió esa laguna porque allí se levantaba la cabaña en la que Henry David Thoreau vivió aislado durante dos años y concibió los fundamentos del ambientalismo estadounidense. El evento recibió el nombre de "Día de la Biodiversidad". Fue concebido y organizado por Peter Alden, residente del lugar y guía de turismo silvestre internacional, y congregó a cien especialistas de Nueva Inglaterra. Participé en calidad de auspiciante y especialista en hormigas. Nuestro objetivo era reunir mil especies de todo tipo de plantas y animales, pero conseguimos 1.904, mejor dicho, 1.905, si contamos el alce que dio vueltas por Concord Center al día siguiente.

El Día de la Biodiversidad se hizo tan famoso que al año siguiente el Departamento de Medio Ambiente de Massachusetts incluyó muchas otras localidades para que pudieran participar alumnos de determinados distritos escolares. Un año después, el programa incluía ya a todos los distritos del estado.

Ahora, en 2006, mientras escribo este libro, hay campañas de ese tipo –bautizadas de nuevo como "*all-out efforts*" [campañas intensivas]– en otros seis estados de la Unión (Connecticut, Illinois, Nueva York, Pensilvania, Rhode Island y Virginia) y en diecisiete países extranjeros (Alemania, Austria, Bélgica, Bolivia, Brasil, China, Colombia, Francia, Holanda, Hungría,

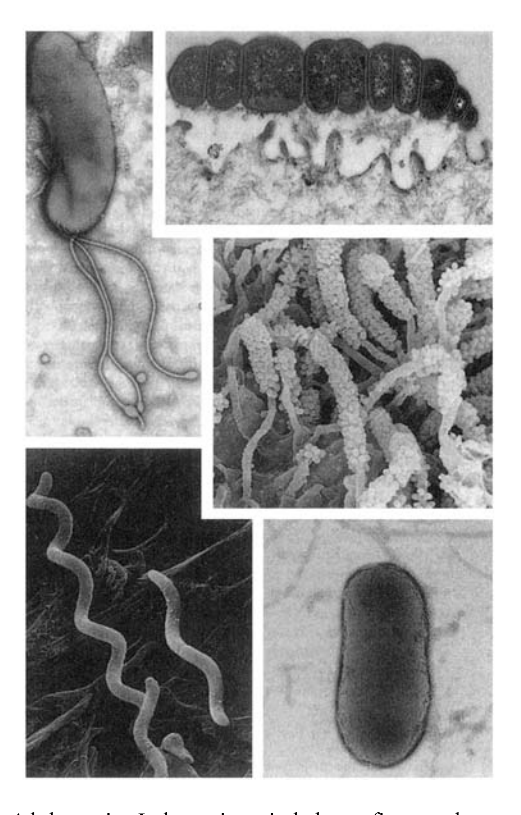
Italia, Luxemburgo, Noruega, Panamá, Polonia, Suiza y Túnez). En el *Central Park* de Nueva York se llevó a cabo el 27 de junio de 2005 una de esas campañas que tuvo una envergadura simbólica considerable. Según dos participantes que pertenecían al Club de Exploradores, Richard C. Wiese y Jeff Stolzer, especialistas, estudiantes y neoyorquinos diversos "anduvieron a gatas por los bosques, se sumergieron en un lago, treparon a los árboles, cazaron mariposas y se deleitaron con las maravillas naturales de un parque bellísimo mientras procuraban descubrir nuevas formas de vida". Sin duda, se trata de un parque hermoso, más hermoso aun por el contraste entre tanto verdor, los colosos de cemento de Manhattan que proyectan sombra sobre él y los ríos de seres humanos que deambulan por sus senderos y sus alrededores. Incluso hay en él un vestigio silvestre: cerca del centro del parque, hay un pequeño bosque de árboles de madera dura que no ha sido modificado por el hombre. En el año 2004 se agregó una nueva actividad a estas campañas: una inmersión en el más pequeño de los dos lagos, dirigida por la exploradora submarina Sylvia Earle, alias "la alteza de las profundidades". Si bien el *Central Park* de Nueva York tiene sólo 341 hectáreas, se recogieron en la campaña de veinticuatro horas 836 especies de plantas y animales.

Ha llegado la hora de investigar la vida que no es visible. Los equipos comienzan ya a incluir en su búsqueda



Especie de ciempiés que es probablemente la más pequeña conocida hasta hoy y exhibe diferencias suficientes para catalogarla como un nuevo género. Fue descubierta en el Central Park de Nueva York en 2002. (Ilustración tomada de Kefyn M. Catley, American Museum of Natural History.)

el casi desconocido mundo de las bacterias. En cualquier lugar, cualesquiera sean las condiciones ambientales, en unos miles de kilogramos de suelo fértil hay millones de especies bacterianas que son prácticamente todas desconocidas. A mediados de 2004, en el Parque Nacional *Great Smoky Mountains* sólo se habían registrado 92 especies. Probablemente haya el mismo número de especies en una pizca de suelo no más grande que una goma de borrar. El número total existente en el parque podría ascender a decenas de millones. Las nuevas tecnologías de clonación celular y secuenciación del ADN significan un salto cuántico para la separación y la identificación de especies bacterianas. Los métodos son ya muy rápidos y pronto lo serán más. Con el tiempo, según los microbiólogos, será posible llevar los instrumentos de secuenciación al trabajo de campo, junto con las bases de datos genómicas para identificar de inmediato las especies a medida que se las recoge.



Popurrí de bacterias. La bacteria espiralada que figura en la parte inferior izquierda es una especie acuática de vida independiente. El resto de estas bacterias habitan en diversas zonas del tracto digestivo humano. En la parte inferior derecha, vemos un ejemplar de *Escherichia coli*, muy frecuente en las aguas contaminadas: es una especie clave para las investigaciones de biología molecular. (Ilustración tomada de Paul Singleton, *Bacteria in biology, biotechnology and medicine*, 6ª ed., Hoboken, NJ, John Wiley, 2004, p. 12.)

El hecho de que los dispositivos tecnológicos utilizados para estudiar la biodiversidad sean portátiles permitirá también a los países en desarrollo ocupar un puesto en la primera línea de la investigación biológica. No hace mucho, se creó el Consorcio para el Estudio de la Biodiversidad en el Caribe (*Consortium for Biodiversity of the Caribbean*, CBC), ejemplo de que esa tendencia puede hacerse realidad rápidamente. El Consorcio comprende instituciones de los Estados Unidos, como el Instituto Smithsoniano y el Jardín Botánico de Nueva York, además del Museo de Historia Natural y el Jardín Botánico Nacional de la República Dominicana. Este último jardín ocupa dos kilómetros cuadrados en la congestionada ciudad capital de Santo Domingo y es una de las más grandes reservas urbanas de ese tipo en todo el mundo. Notablemente, hay en su interior más de medio kilómetro cuadrado de la rara selva aluvial primaria de tierras bajas. Con el apoyo del Consorcio, una red de hombres de ciencia se ha propuesto explorar exhaustivamente la flora y la fauna de la República Dominicana y también la del resto de las Antillas información que está a disposición del público en soporte electrónico. El proyecto tiene una consecuencia benéfica colateral: como ocurre en los países industrializados, la tecnología informática y la ciencia utilizadas podrán incorporarse directamente a los programas de estudio, desde

la escuela elemental hasta los primeros años de la universidad.

Me dejé arrastrar por el proyecto cuando tenía más de 70 años y ya pensaba que el trabajo de campo se había terminado para mí. Dirigí un equipo que trabajó en los matorrales secos de la costa oriental y avanzó hacia lo que queda de las selvas aluviales de montaña para seguir luego en altura estudiando la sabana salpicada de pinos de la cordillera central, a 2.440 metros sobre el nivel del mar. Sentía el mismo entusiasmo que experimenté en Cuba y en el Pacífico sur cincuenta años antes. En lo fundamental, mi entusiasmo por la investigación sobre la biodiversidad no había cambiado, excepto porque ahora parecía tener una meta superior a mi alcance.

Dada la riqueza de la biodiversidad tropical y el lento ritmo de las exploraciones anteriores, la investigación en la República Dominicana ha dado frutos rápidamente. Brian Farrell, entomólogo de la Universidad de Harvard que ideó el Consorcio y ha ejercido su dirección general, describió no hace mucho una de las primeras aplicaciones prácticas del proyecto. Entre las colecciones reunidas por un grupo de estudiantes de Harvard y de la República Dominicana, había dos raras mariposas de color blanco y negro:

> Pronto comprobaríamos que esos especímenes eran descubrimientos notables. No sólo se los registraba

> por primera vez en el país, sino que la documentación reunida era la primera existente en el hemisferio occidental sobre esa especie en particular: la mariposa blanca y negra con cola de golondrina (cuyo nombre científico es *Papilio demoleus).* Los ejemplares de las zonas tropicales del Viejo Mundo son mariposas de vuelo rápido cuyas orugas comen las hojas de los árboles de lima, naranjos y otros cítricos jóvenes en Asia, India y regiones cercanas. Pueden despojar totalmente de sus hojas a las plántulas, dejándolas desnudas, y causan perjuicios económicos que ascienden a millones de dólares anuales. Por consiguiente, esta especie entraña una posible amenaza de importancia para la industria cítrica de la República Dominicana.

Los inventarios de todas las especies del Parque Nacional *Great Smoky Mountains* y de las Antillas son sólo dos muestras de decenas de proyectos similares surgidos en todas partes del mundo para acelerar el estudio de la biodiversidad. Utilizan nuevas tecnologías informáticas y biológicas, y varían en cuanto al territorio que abarcan: hay censos correspondientes a provincias o estados, e incluso censos municipales, como los de Chicago y las islas de la bahía de Boston, y también hay programas de alcance continental y mundial. Los temas de interés también varían porque

los censos pueden abarcar una única categoría de organismos –por ejemplo, anfibios u hormigas– o todo tipo de formas vivas.

A medida que la información se pone en línea, el panorama de la biodiversidad en la Tierra se va delineando como un mosaico observado con una cámara de alta resolución. Pese a su modesta apariencia externa, los inventarios totales, que abarcan todas las especies, constituyen colectivamente una empresa de "gran ciencia", un proyecto de envergadura que con el tiempo ocupará muchos más científicos profesionales y aficionados que los que hoy participan. Los efectos positivos de todo este conocimiento sobre la medicina, la agricultura y la administración de recursos son inimaginables. Además, estos proyectos permitirán sentar las bases de criterios conservacionistas universales para las especies y para las razas genéticas de adaptación local. Lo que queda por aprender revelará por fin la magnitud plena de la Creación.

V
Extendamos la mano

La ciencia y la religión son las fuerzas más poderosas de la sociedad. Si se unen, pueden salvar la Creación.

17
Una alianza para la vida

Reverendo, le agradezco la atención que me ha prestado. En mi calidad de hombre de ciencia que ha consagrado toda la vida al estudio de la Creación, he puesto lo mejor de mí en resumir para usted y para otros temas que, según espero, serán preocupación de todos nosotros de aquí en adelante. El marco de referencia que elegí es la cultura científica y algo de las opiniones de los legos acerca de la ciencia, tal como yo las entiendo. A partir de allí, el eje de mi exposición fue la interacción mutua de tres problemas que nos afectan a todos: la decadencia del ambiente natural, las deficiencias de la formación científica y las confusiones morales generadas por el crecimiento exponencial de la biología. Sostuve que para resolverlos será necesario encontrar un terreno común en el que puedan actuar conjuntamente las fuerzas de la ciencia y de la religión y que la mejor manera de reunirlas será administrar la vida responsablemente.

Desde luego, ni la religión ni la ciencia se han ocupado de este tema con eficacia. He intentado poner de manifiesto los elementos de la biología y de la educación más pertinentes para esta sociedad que propongo, sin atenuar de manera alguna la diferencia fundamental entre la ciencia y las corrientes religiosas ortodoxas con respecto al origen de la vida. Según los creyentes, la Creación es obra de Dios. Sobre esa creencia descansan veinticinco siglos de teología y buena parte de la civilización occidental. Respetuosamente, opino que no es así. La vida es producto espontáneo de mutaciones aleatorias y de la selección natural de las moléculas codificadoras. Por audaz que parezca esta explicación, la avala un conjunto abrumador de pruebas. Se plantea entonces una pregunta teológica: ¿puede ser que Dios haya tenido tal voluntad de engañarnos como para salpicar la tierra con tantas pruebas ilusorias?

Por mucho que quiera pensar de otro modo, no veo posibilidad de llegar a un acuerdo sobre la idea del Diseño Inteligente, según la cual, para decirlo con sencillez, hay evolución, aunque guiada por una inteligencia sobrenatural. La prueba que se aduce en favor del Diseño Inteligente es una argumentación sustituta que obedece a esta lógica: puesto que los biólogos no han conseguido explicar aún cómo pudieron surgir por obra de la evolución sistemas tan complejos como el ojo humano y las móviles cilias bacterianas, una inte-

ligencia superior debe de haber guiado la evolución. Lamentablemente, no hay pruebas positivas de un Diseño Inteligente. Nadie se ha ofrecido para ponerlo a prueba. No se ha sugerido, ni siquiera imaginado, una teoría que explique cómo se transcriben las fuerzas sobrenaturales a la realidad orgánica. Por esa razón, los científicos de envergadura, esos que orientan la investigación original, están de acuerdo unánimemente en que la teoría del Diseño Inteligente no reúne las condiciones necesarias para formar parte de la ciencia.

Se ha sugerido que los hombres de ciencia se han confabulado para detener la investigación sobre el Diseño Inteligente. No hay tal. Sencillamente, los hombres de ciencia están de acuerdo en que esa hipótesis carece de los rasgos que definen a la ciencia. Pensar de otra manera implica no comprender cabalmente la cultura científica. Los descubrimientos y su verificación son la moneda de curso legal en la ciencia, su insustituible respaldo de oro y plata. Las objeciones a las teorías predominantes fundamentadas en nuevas pruebas son el sello de la ciencia. Si pudieran aportarse pruebas positivas y reproducibles sobre la existencia de una fuerza sobrenatural que creó y dirigió la evolución de la vida, cabría calificarlas merecidamente del descubrimiento científico más grande de todos los tiempos. Algo que cambiaría la filosofía y alteraría el curso de la historia. ¡Todos los hombres de

ciencia sueñan con hacer un descubrimiento de esa magnitud!

En ausencia de tales pruebas, sin embargo, los teólogos dan un paso peligroso cuando invocan el argumento del Diseño Inteligente para dar fundamento científico a las creencias religiosas. Los biólogos explican a paso acelerado lo que antes era inexplicable: consiguen definir los pasos evolutivos que dieron origen autónomo a sistemas cada vez más complejos. ¿Qué será de la hipótesis del Diseño Inteligente cuando lo que aún es inexplicable se reduzca hasta desaparecer? Se descartará entonces la hipótesis, y con ella la verosimilitud de una teología con fundamento científico. Todas las probabilidades se inclinan en ese sentido. En la ciencia, como en la lógica, una argumentación sustituta jamás puede reemplazar a las pruebas positivas, aunque un asomo de prueba positiva puede desmoronar una argumentación de este tipo.

Tanto usted como yo somos humanistas en el sentido amplio de la palabra: el bienestar de la humanidad ocupa un lugar central en nuestro pensamiento. Pero la diferencia entre el humanismo fundamentado en la religión y el que descansa en la ciencia irradia hacia la filosofía y hacia el significado mismo que nos adjudicamos como especie. Afecta al modo en que legitimamos la ética, el patriotismo, la estructura social y la dignidad personal.

¿Qué hacer? Olvidar las diferencias, digo yo. Encontrarnos en un terreno común, cosa que tal vez no sea tan difícil como parece a primera vista. Cuando uno reflexiona al respecto, se advierte que nuestras diferencias metafísicas tienen efectos muy escasos sobre nuestra conducta. Creo adivinar que los dos somos igualmente éticos, patriotas y altruistas. Somos producto de una civilización que surgió de la religión y del Iluminismo. Estaríamos dispuestos a formar parte del mismo jurado, a luchar en las mismas guerras, a santificar la vida con igual entusiasmo. Desde luego, también compartimos el amor por la Creación.

Para terminar, espero que no se haya ofendido porque hablé de elevarnos hacia la naturaleza en lugar de elevarnos alejándonos de ella. Me daría enorme satisfacción saber que esa expresión, tal como la expliqué, es compatible con sus creencias. Pues cualesquiera que sean las tensiones entre nuestras respectivas cosmovisiones, cualquiera que sea el destino de la ciencia y de la religión en el espíritu del hombre, subsistirá siempre una terrena pero trascendental obligación que los dos estamos obligados moralmente a compartir.

Un cálido y respetuoso saludo de
Edward O. Wilson

Referencias bibliográficas

Páginas

27 LOS CONCEPTOS DE LO NATURAL Y LO SILVESTRE, especialmente como construcciones culturales, se analizan desde la perspectiva de muchos académicos en William Cronon (ed.), *Uncommon ground: toward reinventing nature*, Nueva York, W. W. Norton, 1995. También se aborda el tema en Roderick Nash, *Wilderness and the American mind,* 4ª ed., New Haven, Yale University Press, 2001, pero haciendo especial hincapié en la historia cultural de los Estados Unidos. Edward O. Wilson hace un examen del concepto de lo silvestre tal como surge de las evidencias científicas en *The future of life*, Nueva York, Alfred A. Knopf, 2002 [trad. esp.: *El futuro de la vida*, Barcelona, Galaxia Gutenberg/Círculo de Lectores, 2002]. Entre muchas otras críticas a la posición constructivista, podemos citar un artículo reciente de Eileen Crist, "Against the social construction of nature and wilderness", *Environmental Ethics* 26, 2004, pp. 5-24.

32 SOBRE LAS ISLAS DE LA BAHÍA DE BOSTON, véase Charles T. Roman, Bruce Jacobson y Jack Wiggin, "Boston Harbor Islands National Park Area: natural resources overview", Special Issue 3, *Northeastern Naturalist,* vol. 12, 2005.

43 ACERCA DEL VALOR DE LA NATURALEZA SILVESTRE, la bibliografía, tanto técnica como de divulgación, es enorme. Hago una reseña de muchos de los aspectos fundamentales

en mi trilogía: *The diversity of life*, Cambridge, MA, Harvard University Press, 1992 [trad. esp.: *La diversidad de la vida*, Barcelona, Crítica, 1994]; *Consilience: the unity of knowledge*, Nueva York, Alfred A. Knopf, 1998 [trad. esp.: *Consilience: la unidad del conocimiento*, Galaxia Gutenberg/Círculo de Lectores, 1999], y *The future of life*, *op. cit*.

97 CON RESPECTO A LA APRECIACIÓN DE LA NATURALEZA A MEDIADOS DEL SIGLO XIX, véase George Catlin, *Letters and notes on the manners, customs, and conditions of the North American Indians,* Londres, 1841, vol. 1, pp. 260-264.

98 SOBRE LA BIOFILIA hay una bibliografía creciente. Véanse Edward O. Wilson, *Biophilia*, Cambridge, MA, Harvard University Press, 1984 [trad. esp.: *Biofilia*, México, Fondo de Cultura Económica, 1989]; Stephen R. Kellert y Edward O. Wilson (eds.), *The biophilia hypothesis*, Washington, DC, Island Press/Shearwater Books, 1993, y Stephen R. Kellert, *Kinship to mastery: biophilia in human evolution and development*, Washington, DC, Island Press, 1997.

99 Carol D. Saunders describe LAS NUEVAS DISCIPLINAS ACADÉMICAS de la psicología ambiental y la psicología de la conservación en “The emerging field of conservation psychology”, *Human Ecology Review* 10, 2003, pp. 137-149.

102 EL PRINCIPIO DEL HÁBITAT PREDILECTO POR LOS SERES HUMANOS fue desarrollado por George H. Orians y Judith H. Heerwagen en “Evolved responses to landscapes”, en Jerome H. Barkow, Leda Cosmides y John Tooby (eds.), *The adapted mind: evolutionary psychology and the generation of culture*, Nueva York, Oxford University Press, 1992.

107 Hay una reseña de LA IMPORTANCIA DE LOS AMBIENTES NATURALES PARA LA SALUD MENTAL en Howard Frumkin, “Beyond toxicity: human health and the natural environment”, *American Journal of Preventive Medicine* 20, 2001, pp. 234-240.

112 En Edward O. Wilson, *The diversity of life, op. cit.*, y en *The future of life, op. cit.*, se hace UNA RESEÑA GENERAL DEL PROCESO DE EXTINCIÓN.

116 las pruebas sobre el deterioro de los ecosistemas terrestres, marinos y de agua dulce se detallan en Jonathan Loh y Mathias Wackernagel (eds.), *Living Planet Report 2004*, Gland, Suiza, wwf-Worldwide Fund for Nature, 2004.

117 el deterioro de los arrecifes de coral en la mayor parte del mundo se describe en el artículo de D. R. Bellwood, T. P. Hughes, C. Folke y M. Nyström, "Confronting the coral reef crisis", *Nature* 429, 2004, pp. 827-833.

119 la decadencia de los anfibios se describe en un artículo de Simon N. Stuart *et al.*, "Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide", *Science* 306, 2004, pp. 1783-1786. Agradezco a James Hanken la información actualizada sobre las condiciones de las ranas de Haití.

130 el hallazgo del carpintero real y la lista de especies de aves de los Estados Unidos extinguidas desde 1980 figuran en un artículo de David S. Wilcove, "Rediscovery of the ivory-billed woodpecker", *Science* 308, 2005, pp. 1422-1423.

139 la metáfora del "cuello de botella" está expuesta pormenorizadamente en Edward O. Wilson, *Consilience: the unity of knowledge, op. cit.*, y en *The future of life, op. cit.*

140 los firmantes del convenio sobre la diversidad biológica, así como los objetivos que se han planteado para superar la extinción, figuran en el artículo de Thomas Brooks y Elizabeth Kennedy, "Conservation biology: biodiversity barometers", *Nature* 431, 2004, pp. 1046-1048.

141 Se hace una reseña de las constituciones nacionales que tienen cláusulas de protección de la naturaleza en David W. Orr, "Law of the land", *Orion*, enero-febrero de 2004, pp. 18-25.

141 las estimaciones acerca de la pérdida de especies durante los próximos cincuenta años por efecto del calentamiento global se deben a los autores del

siguiente artículo: Chris T. Thomas *et al.*, "Extinction risk from climate change", *Nature* 427, 2004, pp. 145-148. Véase también el comentario de J. Alan Pounds y Robert Puschendorf, "Ecology: clouded futures", *Nature* 427, 2004, pp. 107-109.

143 Se analizan las 34 REGIONES CRÍTICAS en Russell A. Mittermeier *et al.*, *Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecosystems*, México, Cimex, 2005.

147 Diversos autores exponen su punto de vista sobre LA CONSERVACIÓN DE LOS MARES, la ciencia que la respalda y su práctica concreta, especialmente con respecto a los mares abiertos. Se recopilan esos artículos en Linda K. Glover y Sylvia A. Earle (eds.), *Defying ocean's end: an agenda for action*, Washington, DC, Island Press, 2004.

148 En Andrew Balmford *et al.*, "The worldwide costs of marine protected areas", *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 101, 2004, pp. 9694-9697, se calcula EL TAMAÑO DE LAS RESERVAS MARINAS NECESARIAS EN TODO EL PLANETA, así como el costo de protegerlas, tema que también aborda Henry Nicholls en "Marine conservation: sink or swim", *Nature* 432, 2004, pp. 12-14.

167 SOBRE LA ESTRUCTURA DEL ADN, véase James D. Watson y Francis H. C. Crick, "A structure for deoxyribose nucleic acid", *Nature* 171, 1953, p. 737.

179 La descripción que hago en este libro del PROYECTO "ENCICLOPEDIA DE LA VIDA" proviene, con algunas modificaciones, de mi artículo "The Encyclopedia of life", *Trends in Ecology & Evolution* 18, 2003, pp. 77-80.

209 ACERCA DE LA FORMACIÓN DE UN NATURALISTA: gran parte de lo que sé proviene de mi propia experiencia y de la de mis amigos más cercanos, y figura en mi autobiografía, *Naturalist*, Washington, DC, Island Press, 1994 [trad. esp.: *El naturalista*, Barcelona, Debate, 1995]. Pero hay otros que relatan los mismos sentimientos y dan más detalles, por ejemplo, Richard Louv en *Last child in the woods: saving*

our children from nature-deficit disorder, Chapel Hill, NC, Algonquin Books of Chapel Hill, 2005.

210 LA DEFINICIÓN DE LA INTELIGENCIA PARA LA NATURALEZA fue elaborada por Howard Gardner en *Intelligence reframed: multiple intelligences for the 21st Century*, Nueva York, Basic Books, 1999 [trad. esp.: *La inteligencia reformulada: las inteligencias múltiples en el siglo XXI*, Barcelona, Paidós Ibérica, 2003].

214 EL GUSTO POR ESCONDERSE EN REFUGIOS fue analizado por David T. Sobel en *Children's special places: exploring the role of forts, dens, and bush houses in middle childhood*, Tucson, AZ, Zephyr Press, 1993.

224 LAS NUEVAS ESPECIES DESCUBIERTAS EN EL PARQUE NACIONAL *GREAT SMOKY MOUNTAINS* gracias a *All Taxa Biodiversity Inventory* (ATBI) a principios de 2004 figuran en una lista del *ATBI Quarterly*, verano de 2004, p. 3.

225 DAVID WAGNER Y EL INVENTARIO DE LEPIDÓPTEROS del Parque Nacional *Great Smoky Mountains*: "Results of the Smokies 2004 Lepidoptera blitz", *ATBI Quarterly,* verano de 2004, pp. 6-7.

227 LOS PROYECTOS PARA ACELERAR LA INVESTIGACIÓN TAXONÓMICA y crear una enciclopedia electrónica de todas las formas de vida se describen en Edward O. Wilson, "On the future of conservation biology", *Conservation Biology* 14, 2000, pp. 1-3, y "The encyclopedia of life", *op. cit.*

230 EL RELATO SOBRE EL PRIMER DÍA DE LA BIODIVERSIDAD, que tuvo lugar en Massachusetts, proviene del libro de Edward O. Wilson, *The future of life, op. cit*. Peter Alden aportó la lista de estados de la Unión que han hecho campañas similares o *bioblitzes*, como se las llama hoy en día, e Ines Possemeyer me facilitó la lista de los otros países que las realizarían en 2005 (comunicación personal).

232 LA CAMPAÑA INTENSIVA (*BIOBLITZ*) LLEVADA A CABO EN EL CENTRAL PARK de Nueva York está descrita en el artículo de Richard C. Wiese y Jeff Stolzer, "Exploring New York's 'Backyard,'", *Explorers Journal,* verano de 2003, pp. 10-13.

235 ACERCA DEL DESCUBRIMIENTO DE MARIPOSAS EN LA REPÚBLICA DOMINICANA, véase Brian D. Farrell, "From agronomics to international relations", *Revista* (Harvard Review of Latin America Studies), otoño de 2004-invierno de 2005, pp. 7-9.

241 EL MOVIMIENTO EN FAVOR DE LA CUSTODIA DEL MEDIO AMBIENTE está creciendo en muchas religiones de todo el mundo y se interesa incluso por la conservación de la biodiversidad. En los Estados Unidos, hay iniciativas en este sentido auspiciadas por el Consejo Nacional de Iglesias, la Sociedad Religiosa en Pro del Medio Ambiente, la Sociedad Presbiteriana para la Recuperación de la Creación, la Conferencia Estadounidense de Obispos Católicos y la Conferencia del Pacífico de la Iglesia Metodista. Hay una reseña de los principales movimientos en este sentido, incluidos los de otros países, en Jim Motovalli, "Steward of the Earth", *Environmental Magazine* 13, Nº 6, 2002, pp. 1-16. Se destaca entre estos líderes religiosos el patriarca Bartolomé, llamado el "Patriarca Verde", guía espiritual de los 300 millones de cristianos ortodoxos.

Este libro se terminó de imprimir
en junio de 2007 en Romanyà Valls S.A.
08786 Capellades.

